

## LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

**Publication number:** JP2000111870

**Publication date:** 2000-04-21

**Inventor:** ONO TOSHIOMI

**Applicant:** CASIO COMPUTER CO LTD

**Classification:**

- **International:** G02F1/1335; F21V8/00; G02F1/133; G02F1/13357; F21V8/00; G02F1/13; (IPC1-7): G02F1/133; F21V8/00; G02F1/1335

- **European:**

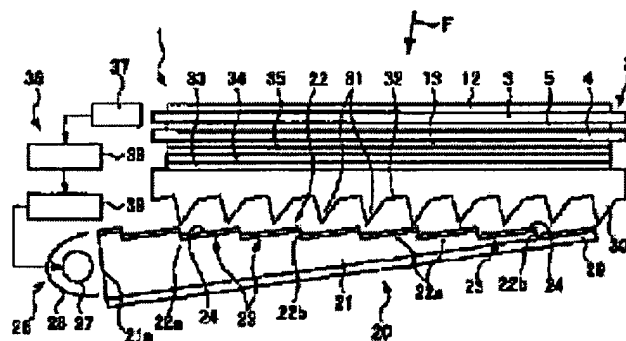
**Application number:** JP19980281380 19981002

**Priority number(s):** JP19980281380 19981002

[Report a data error here](#)

### Abstract of JP2000111870

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a liquid crystal display device having a sufficiently wide viewing angle, requiring low power consumption, and also being able to obtain screen display brightness suited to the ambient illuminance in an ambience with a wide range of illuminance spreading over low and high illuminance. **SOLUTION:** This liquid crystal display device is provided with a light illuminating means 20 which emits illuminating light and reflects external incident light from the front side of a liquid crystal display element 1 arranged on the rear side of the liquid crystal display element 1 and an illumination brightness controlling means 36 which controls brightness of the illuminating light according to illuminance of an external ambience. A reflectance of external light of the light illuminating means 20 and a controlling condition of the brightness of the illuminating light with the illumination brightness controlling means 36 are set so as to make screen display brightness of the liquid crystal display element 1 fall within a range of brightness predetermined according to illuminance of an external ambience and also retardation of the liquid crystal display element 1 is set to fall within 400-600 nm range.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-111870  
(P2000-111870A)

(43) 公開日 平成12年4月21日 (2000. 4. 21)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 2 F 1/133	5 3 5	C 0 2 F 1/133	5 3 5 2 H 0 9 1
F 2 1 V 8/00	6 0 1	F 2 1 V 8/00	6 0 1 A 2 H 0 9 3
G 0 2 F 1/1335	5 2 0	G 0 2 F 1/1335	5 2 0
	5 3 0		5 3 0

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願平10-281380

(22) 出願日 平成10年10月2日 (1998. 10. 2)

(71) 出願人 000001443

カシオ計算機株式会社

東京都渋谷区本町1丁目6番2号

(72) 発明者 小野 俊臣

東京都八王子市石川町2951番地の5 カシオ計算機株式会社八王子研究所内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外5名)

Fターム(参考) 2H091 FA02Y FA08X FA08Z FA11X

FA11Z FA14Z FA23Z FA41Z

FA44Z FA45Z HA07 HA10

KA02 LA16 LA19 LA30

2H093 ND02 ND08 ND13 ND17 ND39

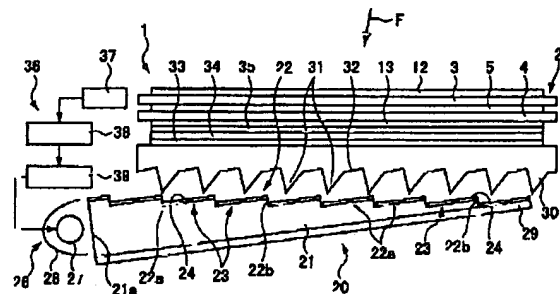
NED6 NF05 NF13

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】消費電力が少なくすみ、低照度から高照度の広い照度範囲の環境において、その環境照度に対して好適な画面輝度を得ることができるとともに、視野角が充分広い液晶表示装置を提供する。

【解決手段】液晶表示素子1の背後に、照明光を出射するとともに液晶表示素子1の前方から入射する外光を反射する光照射手段20を配置するとともに、外部環境の照度に応じて前記照明光の輝度を制御する照明輝度制御手段36を備え、前記光照射手段20の外光の反射率と、前記照明輝度制御手段36による照明光の輝度制御条件とを、前記液晶表示素子1の画面輝度が外部環境の照度に応じて予め定められた輝度範囲となるように設定するとともに、前記液晶表示素子1のリタデーションを400～600nmの範囲にした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】液晶表示素子と、この液晶表示素子の背後に配置され、照明光を前記液晶表示素子に向けて出射するとともに、前記液晶表示素子の前方から入射する外光を前記液晶表示素子に向けて反射する光照射手段と、外部環境の照度に応じて前記照明光の輝度を制御する照明輝度制御手段とを備え、

前記光照射手段の外光の反射率と、前記照明輝度制御手段による前記照明光の輝度制御条件とが、前記液晶表示素子の画面の輝度が外部環境の照度に応じて予め定められた輝度範囲となるように設定されているとともに、前記液晶表示素子が、400～600nmの範囲のリタデーションを有していることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】前記液晶表示素子は、内面に電極を有する一対の基板間に液晶分子がツイスト配向した液晶層を設けた液晶セルと、この液晶セルを挟んで配置された一対の偏光板とからなっていることを特徴とする請求項1または2に記載の液晶表示装置。

【請求項3】前記液晶表示素子は、内面に電極を有する一対の基板間に液晶分子がツイスト配向した液晶層を設けた液晶セルと、この液晶セルを挟んで配置された一対の偏光板と、前記液晶セルと前記一対の偏光板のいずれか一方との間に配置された位相差板とからなっており、前記液晶セルと前記位相差板のトータルとのリタデーションが400～600nmの範囲であることを特徴とする請求項1または2に記載の液晶表示装置。

【請求項4】前記光照射手段は、前記環境照度に対する前記画面輝度が、

50ルクスの環境照度で20～200ニットの画面輝度、

1000ルクスの環境照度で30～300ニットの画面輝度、

30000ルクスの環境照度で400～4000ニットの画面輝度、の範囲をそれぞれ満足する二次関数で表わされる輝度となるように、前記環境照度に応じて前記照明光の輝度を制御されることを特徴とする請求項1または2に記載の液晶表示装置。

【請求項5】前記光照射手段は、前記環境照度に対する前記画面輝度が、

50ルクスの環境照度で20～60ニットの画面輝度、

1000ルクスの環境照度で60～200ニットの画面輝度、

30000ルクスの環境照度で1000～3000ニットの画面輝度、の範囲をそれぞれ満足する二次関数で表わされる輝度となるように、前記環境照度に応じて前記照明光の輝度を制御されることを特徴とする請求項1または2に記載の液晶表示装置。

【請求項6】前記照明輝度制御手段は、少なくとも室内照度よりも高い環境照度において、前記光照射手段からの照明光の輝度を制御することを特徴とする請求項1ま

たは2に記載の液晶表示装置。

【請求項7】前記照明輝度制御手段は、前記環境照度が室内照度よりも低い照度範囲では、前記環境照度が低くなるのにもなって、前記照明光の輝度が連続的に低くなるように前記光照射手段を制御することを特徴とする請求項1または2に記載の液晶表示装置。

【請求項8】前記照明輝度制御手段は、前記環境照度が前記室内照度よりも高い照度範囲では、前記環境照度が前記室内照度よりも高い所定の照度以下であるときは前記環境照度が高くなるのにもなって前記照明光の輝度が連続的に高くなり、前記環境照度が前記所定の照度を超えたときは前記環境照度がさらに高くなるのにもなって前記照明光の輝度が連続的に低くなるように前記光照射手段を制御することを特徴とする請求項1または2に記載の液晶表示装置。

【請求項9】前記照明輝度制御手段は、前記環境照度を測定する照度検出器と、測定された環境照度に基づいて前記光照射手段が出射する照明光の輝度を制御する手段とからなることを特徴とする請求項1または2に記載の液晶表示装置。

【請求項10】前記光照射手段は、照明光を前記液晶表示素子に照射する手段と、前記液晶表示素子の前方から入射する外光を反射してその反射光を前記液晶表示素子に照射する反射手段とからなっていることを特徴とする請求項1または2に記載の液晶表示装置。

【請求項11】前記光照射手段は、光源と、前記光源からの照明光を導いて前記液晶表示素子に向けて出射する出射面と前記液晶表示素子の前方から入射する外光を前記液晶表示素子に向けて反射させるための前記出射面とは異なる反射面とが形成された導光体とを備えていることを特徴とする請求項1または2に記載の液晶表示装置。

【請求項12】前記導光体の少なくとも1つの端面が前記光源からの照明光を取り込む入射端面とされ、この導光体の前面が、前記入射端面側から他端側に向かって段階的に低くなる複数の段面と、これらの段面をつなぐ複数の段差面とからなる階段形状面となっており、前記複数の段面上と前記導光体の背面とのいずれかに反射膜が設けられて前記外光の反射面が形成され、前記複数の段差面が、前記入射端面から入射した照明光の出射面とされているとともに、

前記導光体の前面側に、前記液晶表示素子の前方から入射する外光および前記反射面により反射された前記外光の反射光を透過させ、前記導光体の複数の段差面から出射する照明光を前記液晶表示素子に向けて出射する光学部材が配置されていることを特徴とする請求項11に記載の液晶表示装置。

【請求項13】前記光学部材は、光を前記液晶表示素子に向けて出射する前面と、前記導光体の前面に対向する背面とを有する透明板とからなっており、その背面に、前

記導光体の複数の段差面から出射する光を取り込む入射面と、前記入射面から取り込んだ光を前面方向に向けて屈折させる屈折面とを有する突起状の入射部が形成されていることを特徴とする請求項12に記載の液晶表示装置。

【請求項14】前記光学部材の前記入射部は間隔を存して設けられており、隣接する前記入射部の間の背面領域が、前記液晶表示素子の前方から入射する外光および前記導光体の前記反射面により反射された前記外光の反射光を透過させる入射面となっていることを特徴とする請求項13に記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、省電力型の液晶表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】例えば液晶表示素子のような、外部から入射する光を利用し、その光の透過を制御して表示する非発光型液晶表示素子を備えた液晶表示装置には、透過光を利用した透過型液晶表示装置と、反射光を利用した反射型液晶表示装置とがある。

【0003】前記透過型液晶表示装置は、前記液晶表示素子の背後にバックライトを配置し、このバックライトからの照明光を利用して表示するものであり、前記バックライトから照明光を前記液晶表示素子に向けて出射し、その光を前記液晶表示素子の前方に出射させて表示する。

【0004】前記反射型液晶表示装置は、外部環境（液晶表示装置の使用環境）の光である外光を利用して表示するものであり、前記液晶表示素子の前方から入射する外光を前記液晶表示素子の背後に配置した反射板により前記液晶表示素子に向けて反射し、その光を前記液晶表示素子の前方に出射させて表示する。

【0005】前記透過型液晶表示装置は、バックライトを点灯するために、大きな電力を消費する。

【0006】一方、反射型液晶表示装置は、液晶表示素子の前方から入射する外光の強度に応じた強度の反射光が得られるため、外光が存在する環境であれば表示を十分な明るさで観察することができ、また、バックライトを必要としないため、消費電力が少ない。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、液晶表示装置の好適な画面輝度は、外部環境（液晶表示装置の使用環境）の照度によって異なり、同じ画面輝度でも、環境照度によっては画面が眩しすぎたり暗すぎたりする。

【0008】この画面輝度を反射型液晶表示装置について見ると、反射型液晶表示装置は、液晶表示素子の前方に出射する反射光の強度が、前記液晶表示素子の前方から入射する外光の強度に大きく依存するため、例えば夏の直射日光下のような10000ルクスを越える高

照度の環境下では、画面が眩しすぎて表示が見えにくくなり、また、夜間の屋外のような暗い環境下では、表示を視認できる程度の画面輝度が得られないため、暗い環境では使用できない。

【0009】一方、従来から、夜間の屋外のような暗い環境下でも観察できるように、補助光源を備えた反射型液晶表示装置が提案されている。

【0010】この反射型液晶表示装置は、液晶表示素子の背後に半透過反射板を配置し、この半透過反射板の背後に補助光源を配置したものであり、前記半透過反射板としては、液晶表示装置の反射率（液晶表示素子の前方から入射する外光の強度に対する前記反射板により反射されて前記液晶表示素子の前方に出射する出射光の強度との比）を充分高く確保するため、高反射率/低透過率の特性のものが用いられている。

【0011】しかし、この補助光源を備えた反射型液晶表示装置は、前記半透過反射板の透過率が極く小さく、また消費電力を少なくするためには前記補助光源の発光輝度を極端に高くすることができないため、補助光源を点灯させたときに半透過反射板を透過して液晶表示素子に入射する照明光の輝度が弱い。

【0012】そのため、前記補助光源を備えた反射型液晶表示装置は、暗い環境下での補助光源を点灯させたときの画面輝度が低く、また、夏の直射日光下のような高照度の環境下では、画面が眩しすぎて表示が見えにくい。

【0013】また、前記反射型液晶表示装置は、表示の観察方向により、表示画像とその影とが2重に観察されて表示が見えにくくなるため、視野角が狭い。

【0014】この発明は、消費電力が少なくすみ、しかも、低照度から高照度の広い照度範囲の環境において、その環境照度に対して好適な画面輝度を得ることができるとともに、外光の反射光による表示において、表示の観察方向により表示画像とその影とが2重に観察されることがない、視野角が充分広い液晶表示装置を提供することを目的としたものである。

【0015】

【課題を解決するための手段】この発明の液晶表示装置は、液晶表示素子と、前記液晶表示素子の背後に配置され、照明光を前記液晶表示素子に向けて出射するとともに、前記液晶表示素子の前方から入射する外光を前記液晶表示素子に向けて反射する光照射手段と、外部環境の照度に応じて前記照明光の輝度を制御する照明輝度制御手段とを備え、前記光照射手段の外光の反射率と、前記照明輝度制御手段による前記照明光の輝度制御条件とが、前記液晶表示素子の画面の輝度が外部環境の照度に応じて予め定められた輝度範囲となるように設定されているとともに、前記液晶表示素子が、400～600nmの範囲のリタデーションを有していることを特徴とするものである。

【0016】この液晶表示装置は、前記光照射手段による外光の反射光と、前記光照射手段が射出する照明光とを利用して表示するものであり、外光が存在する環境、つまり外光の強度に応じた強度の反射光が得られる環境において前記光照射手段から照明光を射出させると、前記外光の反射光と前記照明光とが重畳した輝度の光が前記液晶表示素子にその背面から入射する。

【0017】そのため、この液晶表示装置は、暗い環境下でも好適な画面輝度を得られるし、また、液晶表示装置の反射率（液晶表示素子の前方から入射する外光の強度に対する前記光照射手段により反射されて前記液晶表示素子の前方に射出する射出光の強度との比）が、外光の反射光のみを利用する通常の反射型液晶表示装置に比べて低くてよいため、夏期の直射日光下のような高照度の環境下でも、眩しすぎることはない好適な画面輝度を得られる。

【0018】また、前記光照射手段の外光の反射率は一定であるため、外光の反射光の輝度は環境照度に対応した輝度であるが、この液晶表示装置は、環境照度に応じて前記照明光の輝度を制御する照明輝度制御手段を備え、画面輝度が環境照度に応じて予め定められた輝度範囲となるように、前記光照射手段の外光の反射率と、前記照明輝度制御手段による前記照明光の輝度制御条件とを設定しているため、環境照度に応じて、その環境照度に対して好適な画面輝度を得ることができる。

【0019】しかも、前記照明光の輝度は、外光の反射光と前記照明光との両方による画面輝度が、環境照度に対して好適な輝度になる値であればよく、その条件で前記光照射手段から射出させる照明光の輝度を制御すればよいから、前記光照射手段の消費電力は少なくてよい。

【0020】さらに、この液晶表示装置は、前記液晶表示素子のリタデーションが400～600nmの範囲であるため、外光の反射光による表示において、表示の観察方向により、前記液晶表示素子の透過率を低く制御された暗領域と、透過率を高く制御された明領域との境界に現れる前記暗領域の影と、前記明領域とのコントラストを低くし、表示画像とその影とが2重に表示されことをなくして、視野角を充分広げることができる。

【0021】したがって、この液晶表示装置は、消費電力が少なくてすみ、しかも、低照度から高照度の広い照度範囲の環境において、その環境照度に対して好適な画面輝度を得ることができるとともに、視野角を充分広げることができる。

【0022】

【発明の実施の形態】この発明の液晶表示装置は、上記のように、液晶表示素子の背後に、照明光を前記液晶表示素子に向けて射出するとともに前記液晶表示素子の前方から入射する外光を前記液晶表示素子に向けて反射する光照射手段を配置するとともに、外部環境の照度に応じて前記照明光の輝度を制御する照明輝度制御手段を備

え、前記光照射手段の外光の反射率と、前記照明輝度制御手段による照明光の輝度制御条件とを、前記液晶表示素子の画面輝度が外部環境の照度に応じて予め定められた輝度範囲となるように設定することにより、消費電力が少なくてすみ、しかも、低照度から高照度の広い照度範囲の環境において、その環境照度に対して好適な画面輝度を得ることができるとし、さらに、前記液晶表示素子のリタデーションを400～600nmの範囲にすることにより、外光の反射光による表示において、表示の観察方向により表示画像とその影とが2重に観察されることをなくして、視野角を充分広げたものである。

【0023】この発明の液晶表示装置において、前記液晶表示素子を、例えば、内面に電極を有する一対の基板間に液晶分子がツイスト配向した液晶層を設けた液晶セルと、この液晶セルを挟んで配置された一対の偏光板とにより構成する場合は、前記液晶セルのリタデーションを400～600nmの範囲に設定すればよい。

【0024】さらに、前記液晶表示素子は、前記液晶セルと、前記一対の偏光板と、前記液晶セルと前記一対の偏光板のいずれか一方との間に配置された位相差板とにより構成してもよく、その場合は、前記液晶セルと前記位相差板とのトータルのリタデーションを400～600nmの範囲に設定すればよい。

【0025】また、この発明の液晶表示装置において、前記光照射手段は、環境照度に対する画面輝度が、50ルクスの環境照度で20～200ニットの画面輝度、1000ルクスの環境照度で30～300ニットの画面輝度、3000ルクスの環境照度で400～4000ニットの画面輝度の範囲をそれぞれ満足する二次関数で表わされる輝度となるように、環境照度に応じて照明光の輝度を制御されるのが望ましく、このような条件で照明光の輝度を制御することにより、低照度から高照度の広い照度範囲の環境において、その環境照度に対して好適な画面輝度を得ることができる。

【0026】また、前記照明輝度制御手段は、少なくとも室内照度よりも高い環境照度において、前記光照射手段からの照明光の輝度を制御するのが望ましく、このようにすることにより、少なくとも室内照度よりも高い照度の環境下において、その環境照度に対してより好適な画面輝度を得ることができる。

【0027】また、前記照明輝度制御手段は、環境照度が室内照度よりも低い照度範囲では、環境照度が低くなるのにもなって照明光の輝度が連続的に低くなるように前記光照射手段を制御するのが望ましく、このようにすることにより、室内照度よりも低い照度範囲の環境下、つまり画面輝度が低くても充分表示を視認できる環境下では、その環境照度に対してより好適な低輝度の画面輝度を得るとともに、前記光照射手段の消費電力をさらに少なくすることができる。

【0028】また、前記照明輝度制御手段は、環境照度が室内照度よりも高い照度範囲では、環境照度が室内照度より高い所定の照度以下であるときは環境照度が高くなるのにもなって照明光の輝度が連続的に高くなり、環境照度が前記所定の照度を越えたときは環境照度がさらに高くなるのにもなって照明光の輝度が連続的に低くなるように前記光照射手段を制御するのが望ましい。

【0029】このようにすることにより、環境照度が室内照度よりも高い照度範囲では、環境照度が高くなるのにもなって照明光の輝度を連続的に高くして、環境照度に対して好適な画面輝度を得、環境照度が室内照度より高い所定の照度を越え、外光の反射光だけでも環境照度に対して好適な画面輝度が得られるようになったときは、環境照度がさらに高くなるのにもなって照明光の輝度を連続的に低くして、環境照度に対して好適な画面輝度を得るとともに、消費電力を節減することができる。

【0030】さらにまた、前記照明輝度制御手段は、環境照度が室内照度よりも低い照度範囲では、環境照度が低くなるのにもなって照明光の輝度が連続的に低くなるように前記光照射手段を制御し、環境照度が室内照度よりも高い照度範囲では、環境照度が室内照度より高い所定の照度以下であるときは環境照度が高くなるのにもなって照明光の輝度が連続的に高くなり、環境照度が前記所定の照度を越えたときは環境照度がさらに高くなるのにもなって照明光の輝度が連続的に低くなるように前記光照射手段を制御するのがより望ましい。

【0031】このようにすることにより、室内照度よりも低い照度範囲の環境下、つまり画面輝度が低くても充分表示を視認できる環境下では、その環境照度に対してより好適な低輝度の画面輝度を得るとともに、前記光照射手段の消費電力をさらに少なくすることができ、また、環境照度が室内照度よりも高い照度範囲では、環境照度が高くなるのにもなって照明光の輝度を連続的に高くして、環境照度に対して好適な画面輝度を得、環境照度が室内照度より高い所定の照度を越え、外光の反射光だけでも環境照度に対して好適な画面輝度が得られるようになったときは、環境照度がさらに高くなるのにもなって照明光の輝度を連続的に低くして、環境照度に対して好適な画面輝度を得るとともに、消費電力を節減することができる。

【0032】また、前記照明輝度制御手段は、環境照度を測定する照度検出器と、測定された環境照度に基づいて前記光照射手段が出射する照明光の輝度を制御する手段とにより構成するのが望ましく、このようにすることにより、実際の環境照度に応じて照明光の輝度を制御し、その環境照度に対して好適な画面輝度を得ることができる。

【0033】さらに、前記光照射手段は、照明光を前記液晶表示素子に照射する手段と、前記液晶表示素子の前

方から入射する外光を反射してその反射光を前記液晶表示素子に照射する反射手段とからなるものであれば、どのような構成のものでもよいが、好ましい光照射手段は、光源と、前記光源からの照明光を導いて前記液晶表示素子に向けて出射する出射面と前記液晶表示素子の前方から入射する外光を前記液晶表示素子に向けて反射させるための前記出射面とは異なる反射面とが形成された導光体とを備えた構成のものである。

【0034】この光照射手段は、照明光の出射面と外光の反射面とが異なる面であるため、前記出射面からの照明光の出射率と、前記反射面での外光の反射率とを、それぞれ独自に選ぶことが可能であり、したがって、前記出射面からの照明光の出射率を高くして前記光源からの照明光の利用効率を上げ、その分だけ前記光源の発光輝度を低くして、より消費電力を低減するとともに、前記反射面での外光の反射率を、液晶表示装置の反射率が所望の値になるように設定することができる。

【0035】このような、照明光の出射面と外光の反射面とが異なる面である光照射手段としては、前記導光体の少なくとも1つの端面が前記光源からの照明光を取り込む入射端面とされ、この導光体の前面が、前記入射端面側から他端側に向かって段階的に低くなる複数の段面と、これらの段面をつなぐ複数の段差面とからなる階段形状面となっており、前記複数の段面上と前記導光体の背面とのいずれかに反射膜が設けられて前記外光の反射面が形成され、前記複数の段差面が前記入射端面から入射した照明光の出射面とされているとともに、前記導光体の前面側に、前記液晶表示素子の前方から入射する外光および前記反射面により反射された前記外光の反射光を透過させ、前記導光体の複数の段差面から出射する照明光を前記液晶表示素子に向けて出射する光学部材が配置されている構成のものが望ましい。

【0036】この光照射手段によれば、前記導光体にその入射端面から取り込まれた照明光が、この導光体の階段形状面の複数の段差面から出射し、その光が前記光学部材により向きを変えられて液晶表示素子に向かって出射するため、前記光源からの照明光を前記液晶表示素子のほぼ全体に入射させることができる。

【0037】また、この光照射手段によれば、前記液晶表示素子の前方から入射した外光が、前記光学部材を透過して前記導光体の複数の段面上または導光体背面に形成された反射面で反射され、その反射光が前記光学部材を再び透過して前記液晶表示素子に向かって出射するため、液晶表示素子の前方から入射する外光のほとんどを無駄なく反射させて、前記液晶表示素子のほぼ全体に入射させることができる。

【0038】この光照射手段において、前記光学部材は、光を前記液晶表示素子に向けて出射する前面と、前記導光体の前面に対向する背面とを有する透明板からなり、その背面に、前記導光体の複数の段差面から

出射する光を取り込む入射面と、前記入射面から取り込んだ光を前面方向に向けて屈折させる屈折面とを有する突起状の入射部が形成されているものが好ましい。

【0039】前記光学部材をこのような構成とすることにより、前記導光体の複数の段差面から出射する光のほとんどを、無駄なく前記光学部材に取り込んで、その前面から液晶表示素子に向けて出射することができる。

【0040】しかも、前記光学部材をこのような構成とすることにより、前記導光体の複数の段差面から出射し、前記光学部材の複数の入射部に前記入射面から入射した光を、前記屈折面により屈折させて所定方向に集光し、この光学部材の前面から、所定方向（例えば正面方向）の輝度が高い輝度分布の照明光を出射することができるとともに、前記導光体21の複数の段面上の反射面で反射された外光も、所定方向（例えば正面方向）の輝度が高い輝度分布の光として前記光学部材の前面から出射することができる。

【0041】さらに、前記光学部材は、前記複数の入射部を間隔を存して設け、隣接する前記入射部の間の背面領域を、前記液晶表示素子の前方から入射する外光および前記導光体の前記反射面により反射された前記外光の反射光を透過させる入射面とした構成とするのがより望ましい。

【0042】このような構成の光学部材によれば、前記液晶表示素子の前方から入射し、前記光学部材にその前面から入射した外光を、前記入射部およびその間の前記入射面から光学部材の背面に出射するとともに、前記導光体の複数の段面上の反射面により反射された前記外光の反射光を、前記入射部および入射面から光学部材に取り込んで、この光学部材の前面から液晶表示素子に向けて出射することができるとともに、その反射光を、より所定方向（例えば正面方向）の輝度が高い輝度分布の光とすることができる。

【0043】

【実施例】以下、この発明の一実施例を図1～図8を参照して説明する。

【0044】図1は液晶表示装置の側面図であり、この実施例の液晶表示装置は、液晶表示素子1と、この液晶表示素子1の背後に配置され、照明光を前記液晶表示素子1の背面に向けて出射するとともに、前記液晶表示素子1の前方から入射する外光を前記液晶表示素子1の背面に向けて反射する光照射手段20と、外部環境（液晶表示装置を使用する環境）の照度に応じて前記光照射手段20が出射する照明光の輝度を制御する照明輝度制御手段36とを備えている。

【0045】まず、前記液晶表示素子1について説明すると、図2は前記液晶表示素子1の一部分の拡大断面図である。

【0046】この液晶表示素子1は、TN（ツイステッドネマティック）型のものであり、液晶セル2と、この

液晶セル2を挟んで配置された一対の偏光板12、13とからなっている。

【0047】前記液晶セル2は、棒状のシール材5（図1参照）を介して互いに接合された前面側および背面側の一対の透明基板3、4の内面にそれぞれ、互いに対向する領域により複数の画素領域を形成する透明な電極6、7を設け、前記一対の基板3、4間の前記シール材5で囲まれた領域に液晶層11を設けた構成となっている。

【0048】なお、この液晶セル2は、TFT（薄膜トランジスタ）をアクティブ素子とするアクティブマトリックス方式のものであり、背面側基板4の内面に設けられた電極7は、マトリックス状に配列する複数の画素電極、前面側基板3の内面に設けられた電極6は、前記複数の画素電極7の全てに対向する一枚膜状の対向電極である。

【0049】前記複数の画素電極7はそれぞれ、前記背面側基板4の内面に各画素電極7にそれぞれ対応させて設けられた図示しない複数のTFTに接続されており、前記複数のTFTは、前記背面側基板4の内面に配線された図示しないゲートラインおよびデータラインにつながっている。

【0050】また、この液晶セル2は、フルカラー画像等の多色カラー画像を表示するものであり、いずれか一方の基板、例えば前面側基板3の内面に、前記複数の画素領域にそれぞれ対応する複数の色、例えば赤、緑、青の3色のカラーフィルタ8R、8G、8Bを設けられる。なお、前記対向電極6は、前記カラーフィルタ8R、8G、8Bの上に形成されている。

【0051】さらに、前記一対の基板3、4の内面にはそれぞれ配向膜9、10が形成されており、これらの基板3、4間に設けられた液晶層11の液晶分子は、前記配向膜9、10によりそれぞれの基板3、4の近傍における配向方向を規制され、両基板3、4間において、所定のツイスト角でツイスト配向している。

【0052】そして、前記液晶セル2を挟んで配置された一対の偏光板12、13は、その吸収軸を所定方向に向けて前記一対の基板3、4の外面にそれぞれ貼付けられている。

【0053】図3は、前記液晶セル2の両基板3、4の近傍における液晶分子の配向方向3a、4aと、前記一対の偏光板12、13の吸収軸12a、13aの向きを示している。

【0054】この図3のように、この実施例では、前記液晶セル2の前面側基板3の近傍における液晶分子配向方向3aが、液晶表示素子1の画面の横軸xに対して前面側から見て左回りにほぼ135°ずれた方向、背面側基板4の近傍における液晶分子配向方向4aが、前記横軸xに対して前面側から見て左回りにほぼ45°ずれた方向にある。

【0055】したがって、この液晶セル2の液晶層11の液晶分子の初期配向状態（電極6、7間にOFF電圧を印加したときの配向状態）は、そのツイスト方向を図に破線矢印で示したように、背面側基板4から前面側基板3に向かい、前面側から見て左回りにほぼ90°のツイスト角φでツイスト配向した状態である。

【0056】また、前面側の偏光板12は、その吸収軸12aを前記横軸xに対して前面側から見て左回りにほぼ135°ずれた方向（液晶セル2の前面側基板12の近傍における液晶分子配向方向12aとほぼ平行な方向）に向けて配置され、背面側の偏光板13は、その吸収軸13aを前記横軸xに対して前面側から見て左回りにほぼ45°ずれた方向（液晶セル2の背面側基板13の近傍における液晶分子配向方向13aとほぼ平行な方向）に向けて配置されており、したがって、前面側偏光板12の吸収軸12aと、背面側偏光板13の吸収軸13aとは互いにほぼ直交している。

【0057】すなわち、この実施例で用いた液晶表示素子1は、前記液晶セル2の電極6、7にOFF電圧を印加したとき、つまり液晶層11の液晶分子が初期配向状態（液晶分子が基板3、4面に対して最も倒伏したツイスト配向状態）にあるときの表示が明表示であり、前記電極6、7間へのON電圧の印加による液晶分子の立ち上がり配向にともなって表示が暗くなる、いわゆるノーマリーホワイトモードのものである。

【0058】なお、前記液晶セル2の液晶分子のツイスト角φは、90°±10°の範囲であればよく、前記一对の偏光板12、13の吸収軸12a、13aの交差角も、90°±10°の範囲であればよい。

【0059】この液晶表示素子1は、前記液晶セル2の両基板3、4の近傍における液晶分子の配向方向3a、4aと、前記一对の偏光板12、13の吸収軸12a、13aの向きとを図3のように設定しているため、その視角方向（表示を最も良好なコントラストで観察できる方向）Fが、図1および図3に矢印で示したように、画面（液晶表示素子1の前面）の法線hに対し、画面の縦軸y（図3参照）に沿って画面の下縁方向に若干傾いた方向にある。

【0060】そして、この液晶表示装置においては、前記液晶表示素子1のリタデーション、つまり液晶セル2のリタデーション（液晶層11の液晶分子が初期配向状態にあるときのリタデーション）を、400～600nmの範囲に設定している。

【0061】前記液晶セル2のリタデーションは、液晶層11の液晶の複屈折率Δnと液晶層厚dとの積Δndの値であり、前記液晶の複屈折率Δnは、液晶分子の配向状態によって変化する。

【0062】この液晶セル2のリタデーションについて考察したところ、前記液晶セル2の高透過率となるリタデーション、つまりΔndの値は、液晶分子のツイスト

角φにより定まり、そのΔndの値は、液晶分子のツイスト角φを0～90度まで変化させた実験により求められ、ツイスト角φとリタデーション（Δnd）とは、次のようにツイスト角φの二次関数として表せることが見出された。

$$\text{【0063】} \Delta nd = 0.02593 \times \phi^2 + k$$

（φ：液晶分子のツイスト角、k：液晶物質によって決まる定数）

この実施例では、前記液晶セル2の液晶分子のツイスト角φがほぼ90°（90°±10°）であるため、前記定数kをk=190～390としたとき、

$$\Delta nd = 0.02593 \times 90^2 + (190 \sim 390) = 400.033 \sim 600.033$$

となる。

【0064】そのため、この実施例では、前記定数kがk=190～390となる液晶物質を使用することにより、液晶セル2のリタデーションを、400～600nmの範囲に設定している。

【0065】次に、光照射手段20について説明すると、この光照射手段20は、1つの端面を光の入射端面21aとし、前記液晶表示素子1の背面に対向する前面に、前記液晶表示素子1の前方から入射する外光の反射面24と前記入射端面21aから入射した照明光の射出面（この実施例では後述する階段形状面22の複数の段差面22b）とを形成した導光体21と、この導光体21の前記入射端面21aに対向させて配置された光源26と、前記導光体21の背面に対向させて配置された鏡面反射板29と、前記導光体21の前面側に配置された光学部材30とを備えている。

【0066】図4は前記光照射手段20を構成する導光体21および光学部材30の一部分の拡大側面図、図5は前記導光体21の一部分の拡大斜視図である。

【0067】前記導光体21は、アクリル系樹脂等からなる透明板であり、その一端が前記光源26からの光を取り込む入射端面21aとなっており、前面は、前記入射端面21a側から他端側に向かって段階的に低くなる（導光体背面との間隔を狭める）ように形成された、互いに平行な複数の段面22aと、これらの段面22aをつなぐ複数の段差面22bとからなる、微小ピッチの階段形状面22となっている。

【0068】前記複数の段差面22bは、前記入射端面21aとほぼ平行な面であり、これらの段差面22bの間の前記段面22aは、導光体21の幅方向（入射端面21aの長さ方向）に沿う横長の平坦面である。

【0069】この階段形状面22の複数の段面22a上には、図5に示したように、その段面22a全体にSiO<sub>2</sub>（酸化シリコン）からなる下地膜23aを成膜し、この下地膜23aの表面全体にアルミニウム等からなる高反射率金属膜23bを蒸着して形成された鏡面反射膜23が設けられており、この反射膜23の表面（金属膜



23bの表面)が、前記液晶表示素子1の前方から入射する外光の反射面24となっている。

【0070】なお、前記SiO<sub>2</sub>からなる下地膜23aは、アクリル系樹脂等からなる導光体21と、アルミニウム等からなる前記金属膜23bとの密着性を上げるために設けられている。

【0071】また、前記階段形状面22の複数の段差面22bは、反射膜を形成しない光透過面とされており、これらの段差面22bが、前記入射端面21aから入射した照明光の出射面となっている。

【0072】さらに、この導光体21の背面は、図5に示したように、前記入射端面21aから入射した照明光の導光体幅方向における輝度分布を平均化させるための光拡散面25となっている。

【0073】この光拡散面25は、導光体21の全長にわたる長さの複数の縦長プリズム部25aを、導光体21の幅方向に連続させて微小ピッチで互いに平行に形成した形状をなしており、前記反射板29は、その反射面を前記複数のプリズム部25aの頂部に近接または当接させて配置されている。

【0074】また、前記光源26は、例えば、前記導光体21の入射端面21aの全長にわたる長さの直管状蛍光ランプ27と、この蛍光ランプ27からの放射光を反射させるリフレクタ28とからなっており、この光源26は、前記導光体21の側方に、その入射端面21aに対向させて配置されている。

【0075】一方、前記光学部材30は、その前面から入射する光を背面に出射するとともに前記導光体21の複数の段面22a上の反射面24(反射膜23の表面)により反射されてこの光学部材30の背面から入射する光を前面に出射し、前記導光体21の複数の段差面(出射面)22bから出射する照明光を、背面から取り込んで前方に出射する特性を有している。

【0076】この光学部材30は、前記導光体21とほぼ同じ横幅を有するアクリル系樹脂等からなる透明板であり、その前面は平坦面とされ、背面には、前記導光体21の階段形状面22の複数の段差面22bから出射する光を取り込むための複数の入射部31が一体に設けられている。

【0077】前記複数の入射部31はそれぞれ、光学部材30の横幅全長にわたる長さの横長の突起状に形成されており、前記光学部材30は、その背面の複数の入射部31の長さ方向を導光体21の複数の段差面22bの長さ方向とほぼ平行にするとともに、前記複数の入射部31の頂部を導光体21の複数の段面22aに近接または当接させて配置されている。

【0078】また、前記複数の入射部31は、三角形形状の断面形状を有しており、複数の入射部31の両側面のうち、前記導光体21の段差面22bに対向する一方の側面は、前記導光体21の段差面22bからの出射光を

取り込む入射面31aとなり、他方の側面は、前記入射面31aから取り込んだ光を光学部材30の前面方向に向けて屈折させる屈折面31bとなっている。

【0079】前記入射面31aは、前記導光体21の段差面22bとほぼ平行またはそれに近い傾きをもち、かつ、前記導光体21の段面22aに対する角度(段差面22bに向き合う方向の角度)が90°を越えない面である。

【0080】また、前記屈折面31bは、光学部材30の前面の法線とのなす角度が、前記入射面31aと前記法線とのなす角度よりも大きな傾斜角度をもつ傾斜面となっている。

【0081】なお、前記入射部31のより望ましい形状は、入射面31aが前記法線に対して前記導光体21の段差面22bに向き合う方向に5~15°傾斜し、屈折面31bが前記法線に対して反対方向に20~50°傾斜した形状である。

【0082】また、前記複数の入射部31は、それぞれの間に間隔を存して一定のピッチで設けられており、前記光学部材30の隣接する入射部31の間の背面領域は、前記導光体21の複数の段面22a上の反射面24に対向する入射面32となっている。

【0083】この入射面32は、前記導光体21の段面22aとほぼ平行またはそれに近い傾きをもった面であり、液晶表示素子1の前方から入射して前記導光体21の複数の段面22a上の反射面24により反射される光を透過させる。

【0084】さらに、前記光学部材30の複数の入射部31は、図1および図2に示したように、前記導光体21の段差面22bのピッチよりも小さいピッチで設けられており、したがって、前記導光体21の複数の段差面22bは、そのそれぞれが、前記光学部材の30の少なくとも1つの入射部31に必ず対向している。

【0085】なお、図1および図2では、便宜上、導光体21の階段形状面22および光学部材30の複数の入射部31を大きく拡大して示したが、前記光学部材30の入射部31のピッチは、液晶表示素子1の画素ピッチとほぼ同じか、あるいは前記画素ピッチの整数分の1であり、この導光体21の段差面22bのピッチに応じて、前記光学部材30の入射部31のピッチが、前記導光体21の段差面22bのピッチよりも若干大きく設定されている。

【0086】そして、この実施例の液晶表示装置では、上記導光体21とその入射端面21aに対向させて配置された光源26と、前記導光体21の前面側に配置された上記光学部材30とからなる光照射手段20を、前記光学部材30の複数の入射部31の長さ方向および導光体21の複数の段差面22bの長さ方向を液晶表示素子1の画面の横軸x(図3参照)とほぼ平行にするとともに、前記光源26の配置側を外光の主な取り込み方向に

向け、前記光源26の配置側とは反対側を前記液晶表示素子1の視角方向Fに向けて、前記液晶表示素子1の背後に配置している。

【0087】すなわち、一般に液晶表示装置の表示は、液晶表示素子1がもっている視角の方向から観察され、また反射型の液晶表示装置は、画面の法線に対して前記視角方向とは反対側の方向から主に外光を取り込むように画面の向きを選んで使用される。

【0088】この実施例では、前記液晶表示素子1の視角方向Fが、図1および図3に示したように、液晶表示素子1の画面の法線hに対して画面の下縁方向に若干傾いた方向にあるため、外光の主な取り込み方向は、前記画面の法線hに対して画面の上縁側に傾いた方向である。

【0089】そのため、この実施例では、上記光照射手段20を、光源26の配置側を外光の主な取り込み方向である画面の上縁側、つまり液晶表示素子1の上縁側（図1において左側）に向け、前記光源26の配置側とは反対側を前記液晶表示素子1の視角方向Fに向けて配置している。

【0090】さらに、この実施例の液晶表示装置では、図1に示したように、前記光照射手段20と液晶表示素子1との間に、光拡散膜33と、次のような特性を有する光学シート34とを、互いに積層して配置している。

【0091】図6は前記光学シート34の斜視図であり、この光学シート34は、互いにほぼ直交する方向に反射軸34sと透過軸34pとをもち、前記反射軸34sに沿った偏光成分の入射光を反射し、前記透過軸34pに沿った偏光成分の入射光を透過させる特性を有している。

【0092】すなわち、図6に示したように、この光学シート34に、その反射軸34sに沿った偏光成分（以下、S偏光成分という）の光sと、前記透過軸34pに沿った偏光成分（以下、P偏光成分という）の光pとの両方を含む光を入射させると、その入射光のうちの前記反射軸34sに沿ったS偏光成分の光sは光学シート34で反射され、前記透過軸34pに沿ったP偏光成分の光pは光学シート34を透過する。

【0093】なお、図6には、光学シート34にその背面側から光を入射させた例を示したが、前記光学シート34は、その前面側からの入射光に対しても同じ特性を示す。また、この光学シート34は、その反射特性及び透過特性が波長依存性の無い特性である無着色シートである。

【0094】この光学シート34は、その構造は図示しないが、例えば、一方の面に微小幅の横長ブリズム状部がその幅方向に連続して互いに平行に並んだ形状の凹凸面を形成した一対の透明フィルムを、その一方のフィルムの凹凸面の各頂部と他方のフィルムの凹凸面の各谷部とを互いに向き合わせて重ね、その両フィルムの凹凸面

間に、屈折率の異なる複数の透明膜を交互に積層した積層膜を挟持させたものであり、この種の光学シートは、米国特許5,422,756号及び同5,559,634号に開示されている。

【0095】そして、この実施例では、前記光学シート34を、その透過軸34pを前記液晶表示素子1の背面側偏光板13の透過軸（図3に示した吸収軸13aとはほぼ直交する方向）とほぼ平行にして配置し、この光学シート34を、図2に示したように前記光拡散膜33を介して前記光照射手段20の光学部材30の前面に貼り付けている。

【0096】なお、前記光拡散膜33は、例えば、光散乱微粒子を分散させた透明な粘着剤を前記光学部材30の前面はほぼ全体に塗布して形成されており、前記光学シート34は、前記光拡散膜33の粘着性により前記光学部材30の前面に貼り付けられている。

【0097】そして、前記液晶表示素子1は、前記光学シート34の前面に重ねて配置され、その背面（背面側偏光板13の背面）を、透明な粘着剤または両面粘着シート35により前記光拡散膜33の前面に貼り付けられている。

【0098】次に、外部環境の照度に応じて前記光照射手段20からの照明光の輝度を制御する照明輝度制御手段36について説明する。

【0099】この照明輝度制御手段36は、図1に示したように、環境照度を測定する照度検出器37と、この照度検出器37により測定された環境照度に基づいて前記光照射手段20が射出する照明光の輝度を制御する手段とからなっており、前記照明光の輝度を制御する手段は、光源輝度調整回路38と、光源点灯回路39とからなっている。

【0100】なお、前記照度検出器37は、液晶表示素子1にその前方から入射する外光の照度と同じ環境照度を測定するように、受光面を前記液晶表示素子1の前面とほぼ平行してこの液晶表示素子1の近傍に配置されている。

【0101】また、前記光源輝度調整回路38は、照度検出器37により測定された環境照度に基づいて、前記光照射手段20から射出させる照明光の輝度の値を、前記液晶表示素子1の画面の輝度が環境照度に応じて予め定められた輝度範囲となるように調整するものであり、前記光源点灯回路39は、光源26の蛍光ランプ27を、前記光源輝度調整回路38からの輝度値に応じた輝度の照明光を発光させるように駆動する。

【0102】この液晶表示装置は、基本的には、液晶表示素子1の前方から入射して前記光照射手段20により反射される外光の反射光と、前記光照射手段20が射出する照明光との両方を利用して表示するものであり、前記光照射手段20の光源26は、液晶表示装置を使用する環境の照度が所定の照度範囲であるときに点灯され

る。

【0103】なお、前記光源26を点灯させる環境照度の範囲は、例えば0ルクスからほぼ3000ルクスを越える範囲である。

【0104】すなわち、この液晶表示装置は、前記光源26を点灯させる照度範囲で、しかも外光が得られる照度の環境下では、前記光照射手段20により反射される外光の反射光と、前記光照射手段20が射出する照明光との両方を利用して表示し、環境照度がほとんど0ルクスであるとき、つまり外光がほとんど得られない環境下では、前記光照射手段20が射出する照明光のみによる表示を行ない、前記光源26を点灯させない高照度の環境下では、外光の反射光のみによる表示を行なうものである。

【0105】まず、前記光照射手段20からの照明光の射出経路について説明すると、前記光照射手段20の導光体21は、前記光源26からの照明光を前記入射端面21aから取り込み、その光を前記階段形状面22の複数の段差面(射出面)22bから射出するとともに、前方から前記階段形状面22の複数の段面22aに入射する光を、これらの段面22a上の反射面(反射膜23の表面)で前方に反射するものであり、前記入射端面21aから取り込まれた照明光は、図4に実線で示したような経路で複数の段差面22bから射出する。

【0106】すなわち、前記導光体21にその入射端面21aから取り込まれた照明光は、この導光体21内をその長さ方向に向かって進み、そのうち、前記階段形状面22の複数の段差面22bのいずれかに直接向かう光は、その段差面22bから射出する。

【0107】また、前記段差面22bに直接向かう光以外の光、つまり、前記階段形状面22の複数の段面22aに向かって進む光や、導光体21の背面に向かって進む光は、前記段面22a上の反射膜23の裏面での反射や、導光体21の背面と外気(空気)との界面での全反射により導光体21内をその長さ方向に導かれながら向きを変え、前記複数の段差面22bのいずれかに入射して、その段差面22bから射出する。

【0108】なお、前記導光体21内をその背面に向かって進む光のなかには、導光体21の背面と外気との界面に対して全反射臨界角より小さい(垂直に近い)入射角で入射する光もあり、その光は前記界面を透過して導光体21の背面に漏れるが、その漏れ光は、導光体21の背後に配置された反射板29により反射されて前記導光体21内にその背面から入射し、前記複数の段面22a上の反射膜23の裏面での反射および導光体21の背面と外気との界面での全反射により向きを変え、前記複数の段差面22bのいずれかから射出するため、前記導光体21にその入射端面21aから取り込まれた照明光のほとんどが、無駄なく前記複数の段差面22bから射出する。

【0109】また、前記導光体21の背面は、上述したように、縦長プリズム形状面25aを導光体21の幅方向に連続させて微小ピッチで互いに平行に形成した形状の光拡散面25となっているため、この導光体21内を導かれる光がその背面と外気との界面で全反射される際、あるいは導光体21の背面に漏れた光が反射板29により反射されて再び導光体21内にその背面から入射する際に拡散され、導光体21の幅方向における輝度分布がほぼ均一な光となって前記複数の段差面22bから射出する。

【0110】そして、前記導光体21の複数の段差面22bから射出した照明光は、前記導光体21の前面側に配置された光学部材30の背面に形成された複数の入射部31に、その一側面の入射面31aから入射する。

【0111】このとき、前記導光体21の複数の段差面22bは、そのそれぞれが前記光学部材の30の少なくとも1つの入射部31に必ず対向しているため、前記導光体21の複数の段差面22bから射出した光のほとんどが、無駄なく光学部材30のいずれかの入射部31に入射する。

【0112】なお、前記導光体21の複数の段差面22bからの射出光のなかには、図4に示したように、次の段面22aに向かって射出する光もあるが、その光は、前記次の段面22a上の反射面24で反射されて前記光学部材30の入射部31に入射する。

【0113】そして、前記導光体21の複数の段差面22bから射出して前記光学部材30の複数の入射部31に入射した光は、これらの入射部31の入射面31aから前記入射部31内に取り込まれ、その反対側の屈折面31bと外気(導光体21と光学部材30との間の空気層)との界面で全反射されて光学部材30の前面方向に向きを変え、この光学部材30を透過してその前面から射出する。

【0114】この光学部材30の前面に射出する照明光は、前記複数の入射部31にその一側面の入射面31aから入射し、反対側の屈折面31bにより屈折されて所定方向に集光した、所定方向の輝度が高い輝度分布の光である。

【0115】この場合、この実施例では、前記入射部31の屈折面31bの傾斜角を、この屈折面31bで屈折された光の向きが、正面方向(光学部材前面の法線の近傍の方向)になるように設定しており、したがって、光学部材30の前面に射出する照明光は、この導光体30の正面方向の輝度が高い指向性をもった分布の光である。

【0116】なお、この光学部材30の前面に射出する照明光の射出方向は、前記入射部31の屈折面31bの傾斜角に応じた方向であり、前記屈折面31bの傾斜角が光学部材前面の法線に対して20〜50°の範囲であるときに、より正面方向に近くなる。

【0117】前記光学部材30の前方に出射した光、つまり光照射手段20からの出射光は、光拡散膜33を透過して拡散され、その前面の光学シート34を透過して、液晶表示素子1にその背面から入射する。なお、図4では、図を簡略化するため、前記光拡散膜33を透過した照明光の拡散状態を省略している。

【0118】この場合、前記光照射手段20からの出射光は、種々の方向の偏光成分の光を含む光であり、前記光学シート34は、図6に示したように、前記反射軸34sに沿ったS偏光成分の入射光sを反射し、前記透過軸34pに沿ったP偏光成分の入射光pを透過させる特性を有しているため、光照射手段20から出射し、前記光拡散膜33により拡散されて前記光学シート34に入射した光のうち、この光学シート34の透過軸34pに沿った偏光成分の光が、前記光学シート34を透過して液晶表示素子1に入射し、前記光学シート34の反射軸34sに沿った偏光成分の光は、この光学シート34で反射される。

【0119】そして、前記光学シート34で反射された光は、その経路は図示しないが、前記光照射手段20の光学部材30を透過して導光体21の複数の段面22a上の反射面24で反射され、ある程度偏光方向を変えて再び前記光学部材30を透過して前記光学シート34に入射し、その光のうち、前記光学シート34の透過軸34pに沿った偏光成分の光がこの光学シート34を透過して液晶表示素子1に入射し、前記光学シート34の反射軸34sに沿った偏光成分の光がこの光学シート34で再び反射される。

【0120】以下はその繰り返しであり、したがって、前記光照射手段20からの照明光のうち、前記光学シート34の反射軸34sに沿った偏光成分の光は、前記光学シート34での反射と前記光照射手段20での反射（導光体21の複数の段面22a上の反射面24での反射）の繰り返しにより偏光方向を変え、いずれは前記光学シート34の透過軸34pに沿った偏光成分の光となって前記光学シート34を透過して液晶表示素子1に入射する。このため、前記光照射手段20からの照明光のほとんどを、無駄なく液晶表示素子1に入射させることができる。

【0121】なお、前記光学シート34で反射されて前記光学部材30にその前面から入射した光のうち、光学部材30の背面の複数の入射部31の傾斜角が大きい屈折面31bと、隣接する入射部31の間の入射面32に向かう光は、これらの面31b、32と外気（導光体21と光学部材30との間の空気層）との界面を透過して背面に出射する。また、前記入射部31の傾斜角が小さい入射面31aに向かう光は、この入射面31aと外気との界面で全反射されて向きを変え、前記屈折面31bまたは入射面32から背面に出射する。

【0122】また、前記光学部材30の背面に出射して

前記導光体21の複数の段面22a上の反射面24で反射された光は、前記光学部材30にその背面から入射するが、前記導光体21の段面22aと前記光学部材30の複数の入射部31の入射面31aとのなす角度が大きい（直角に近い）ため、前記導光体21の複数の段面22a上の反射面24で反射された光は、そのほとんどが光学部材30の複数の入射部31の屈折面31bおよび前記入射面32から取り込まれる。

【0123】そして、前記入射部31の屈折面31bから取り込まれた光のうちの直接光学部材30の前面に向かう光と、前記入射面32から取り込まれた光は、その向きのまま光学部材30を透過してその前面から出射し、前記入射部31の屈折面31bから取り込まれた光のうち、反対側の入射面31aに向かう光は、この入射面31aと外気との界面で全反射されて向きを変え、前記屈折面31bおよび入射面32から直接光学部材30の前面に向かう光の方向に近い方向に向きを変えて、光学部材30の前面から出射する。

【0124】そのため、前記光学シート34で反射され、前記導光体21の複数の段面22a上の反射面24で反射されて前記光学部材30の前面に出射する光も、正面方向に出射する光の輝度が高い輝度分布の光である。

【0125】また、前記光照射手段20の前面（光学部材30の前面）から出射し、光拡散膜33と光学シート34を順に透過して液晶表示素子1にその背面から入射する照明光は、前記光学シート34の透過軸34pに沿った直線偏光であり、その光が液晶表示素子1にその背面から入射するが、前記光学シート34の透過軸34pは前記液晶表示素子1の背面側偏光板13の透過軸とほぼ平行であるため、前記光学シート34を透過して前記液晶表示素子1に入射した照明光のほとんどが、無駄なく前記背面側偏光板13を透過して液晶セル2に入射する。

【0126】そして、前記背面側偏光板13を透過して液晶セル2に入射した照明光（直線偏光）は、液晶層11を透過する過程で、電極6、7間に印加される電圧により変化する液晶分子の配向状態に応じた複屈折作用を受けて旋光するとともに、前面側基板3の内面に設けられた複数の色のカラーフィルタ8R、8G、8Bによりその吸収波長帯域の波長成分の光を吸収されて前記カラーフィルタ8R、8G、8Bの色に着色した着色光となり、前記液晶セル2の前面に出射した光のうち、前面側偏光板12の吸収軸12aに沿った偏光成分の光が前記前面側偏光板12により吸収され、透過軸に沿った偏光成分の光が前記前面側偏光板12を透過して、カラー画像光となって液晶表示素子1の前面から前方に出射する。

【0127】次に、前記液晶表示素子1の前方から入射する外光の経路について説明すると、この液晶表示装置

は、上述したように、外光が得られる環境下では、画面の法線に対して画面の上縁側に傾いた方向から主に外光を取り込むように画面の向きを選んで使用されるため、外光は、主に画面の上縁側（液晶表示素子1の上縁側）から様々な入射角で入射する。

【0128】前記液晶表示素子1の前方から入射した外光は、前面側偏光板12によりその吸収軸12aに沿った偏光成分の光を吸収され、この前面側偏光板12の透過軸に沿った直線偏光となって液晶セル2に入射する。

【0129】そして、前記液晶セル2に入射した外光（直線偏光）は、前記カラーフィルタ8R、8G、8Bによりその吸収波長帯域の波長成分の光を吸収されて着色光となり、次いで液晶層11を透過する過程で、前記電極6、7間に印加される電圧により変化する液晶分子の配向状態に応じた複屈折作用を受けて旋光し、その光のうち、背面側偏光板13の吸収軸13aに沿った偏光成分の光が前記背面側偏光板13により吸収され、その透過軸に沿った偏光成分の光が前記背面側偏光板13を透過して、カラー画像光となって液晶表示素子1の背面に出射する。

【0130】この液晶表示素子1の背面に出射した光は、前記光学シート34と光拡散膜33とを順に透過して光照射手段20の光学部材30にその前面から入射する。なお、前記光学シート34の透過軸34pは液晶表示素子1の背面側偏光板13の透過軸とほぼ平行であるため、前記背面側偏光板13を透過して液晶表示素子1の背面に出射した光は、そのほとんどが前記光学シート34を透過して前記光学部材30に入射する。

【0131】なお、この液晶表示装置では、上述したように、前記光照射手段20を、光源26の配置側を液晶表示装置の外光の主な取り込み方向である画面の上縁側に向けて配置しているため、前記光学部材30に入射する外光は、主に光源26の配置側から入射する。

【0132】前記光学部材30にその前方から入射した外光は、この光学部材30を透過してその背面から出射し、導光体21の複数の段面22a上の反射面24で反射される。

【0133】すなわち、前記光学部材30にその前方から入射する外光は、その経路を図4に破線で示したように様々な入射角で入射するが、その入射光のうち、光学部材30の背面の複数の入射部31の傾斜角が大きい屈折面31bと、隣接する入射部31の間の入出射面32に向かう光は、これらの面31b、32と外気（導光体21と光学部材30との間の空気層）との界面を透過して背面に出射し、前記導光体21の段面22a上の反射面24で反射される。

【0134】また、前記入射光のうち、前記入射部31の傾斜角が小さい入射面31aに向かう光は、その経路は図示しないが、この入射面31aと外気との界面で全反射されて向きを変え、前記屈折面31bまたは入出射

32から背面に出射して、前記導光体21の段面22a上の反射面24で反射される。

【0135】なお、前記導光体21は、その前面を階段形状面22に形成し、その複数の段面22a上にその全面にわたって反射膜23を設けてその表面を反射面24としたものであるため、この導光体21は、前面を平坦な反射面とした通常の反射板と同等の反射特性をもち、したがって、前記光学部材30の背面に出射した光のほとんどを無駄なく反射させることができる。

【0136】そして、前記導光体21の複数の段面22a上の反射面24で反射された反射光は、前記光学部材30にその背面から取り込まれ、この導光体30を透過してその前面から出射する。

【0137】このとき、前記導光体21の段面22aと前記光学部材30の複数の入射部31の入射面31aとのなす角度が大きい（直角に近い）ため、導光体21の段面22a上の反射面24で反射された反射光は、そのほとんどが光学部材30の複数の入射部31の屈折面31bおよび前記入出射面32から取り込まれる。

【0138】そして、前記入射部31の屈折面31bから取り込まれた光のうちの直接光学部材30の前面に向かう光と、前記入出射面32から取り込まれた光は、その向きのまま光学部材30を透過してその前面から出射し、前記入射部31の屈折面31bから取り込まれた光のうち、反対側の入射面31aに向かう光は、この入射面31aと外気との界面で全反射されて向きを変え、前記屈折面31bおよび入出射面32から直接光学部材30の前面に向かう光の方向に近い方向に向きを変えて光学部材30の前面から出射する。

【0139】そのため、前記光照射手段20の前面（光学部材30の前面）に出射する外光の反射光は、液晶表示素子1の前方から様々な入射角で入射した外光が集光された高輝度の光であり、したがって、この外光の反射光も、正面方向に出射する光の輝度が高い輝度分布の光である。

【0140】すなわち、前記光学部材30の前面に出射する外光の反射光は、前記入射部31から入射して集光された正面方向の輝度が高い輝度分布の光に、前記入射部31の間の入出射面32から入射して前面方向に透過した光が重畳した、より正面方向の輝度が高い輝度分布の光である。

【0141】前記光照射手段20の前面から出射した前記反射光は、光拡散膜33を透過して拡散され、その前面の光学シート34を透過して、液晶表示素子1にその背面から入射する。なお、図4では、図を簡略化するため、前記光拡散膜33を透過した反射光の拡散状態を省略している。

【0142】このときも、前記光学シート34の透過軸34pと前記液晶表示素子1の背面側偏光板13の透過軸とがほぼ平行であるため、前記光学シート34を透過

した反射光のほとんどが、無駄なく前記背面側偏光板 13 を透過して液晶セル 2 に入射する。

【0143】そして、前記液晶セル 2 にその背面から入射した前記反射光は、液晶層 11 と前記カラーフィルタ 8R、8G、8B とを順に透過し、さらに前面側偏光板 12 を透過して液晶表示素子 1 の前面から前方に出射する。

【0144】次に、この液晶表示装置における液晶表示素子 1 の画面の輝度について説明する。

【0145】この液晶表示装置は、上述したように、基本的には、液晶表示素子 1 の前方から入射して前記光照射手段 20 により反射される外光の反射光と、前記光照射手段 20 が出射する照明光との両方を同時に利用して表示するものであり、前記光照射手段 20 の光源 26 を点灯させる環境照度の範囲は、例えば 0ルクスからほぼ 30000ルクスを越える範囲であり、環境照度がほとんど 0ルクスであるとき、つまり外光がほとんど得られないときは、前記光照射手段 20 が出射する照明光のみによる表示を行ない、前記光源 26 を点灯させない高い環境照度においては、外光の反射光のみによる表示を行なう。

【0146】一方、液晶表示装置の好適な画面輝度は、外部環境（液晶表示装置の使用環境）の照度によって異なり、同じ画面輝度でも、環境照度によっては画面が眩しすぎたり暗すぎたりする。

【0147】そのため、この液晶表示装置では、例えば夏期の直射日光下のような 100000ルクスを越える高照度の環境下でも、眩しすぎない好適な画面輝度が得られるように、主に前記光照射手段 20 の外光の反射率（導光体 21 の複数の段面 22a 上の反射面 24 の反射率）と液晶表示素子 1 の光の透過率とによって決まる液晶表示装置の反射率（液晶表示素子 1 の前方から入射する外光の強度に対する光照射手段 20 により反射されて前記液晶表示素子 1 の前方に出射する出射光の強度との比）を、外光の反射光のみを利用する通常の反射型液晶表示装置に比べて低く設定し、また、液晶表示素子 1 の前方から入射して前記光照射手段 20 により反射される外光の反射光と、前記光照射手段 20 が出射する照明光との両方による画面輝度（ただし、環境照度がほとんど 0ルクスであるときは、光照射手段 20 が出射する照明光のみによる画面輝度）が、環境照度に応じた好適な画面輝度になるように、前記光照射手段 20 が出射する照明光の輝度を、環境照度に応じて前記照明輝度制御手段 36 により制御するようにしている。

【0148】この液晶表示装置の画面輝度は、環境照度を  $I$ （ルクス、以下  $lx$  と記す）、前記光照射手段 20 が出射する照明光の輝度を  $B$ （ニット、以下  $nit$  と記す）、前記液晶表示素子 1 の光の透過率を  $T$ （％）、液晶装置の反射率を  $R$ （％）、画面輝度を  $L$ （ニット、以下  $nit$  と記す）としたとき、

$$L = I \times R / 400 + B \times T / 100$$

の関係式により求められる。

【0149】また、環境照度に応じた好適な画面輝度は、例えば夜間の街灯下のような 50lx の環境照度で 20～200nit、昼間や夜間の室内照明を点灯させたときの室内のような 1000lx の環境照度で 30～300nit、晴天時の木陰のような 30000lx の環境照度で 400～4000nit であり、より好ましくは、50lx の環境照度で 20～60nit、1000lx の環境照度で 60～200nit、30000lx の環境照度で 1000～3000nit である。

【0150】そこで、この実施例では、前記光照射手段 20 からの照明光の輝度を、照明輝度制御手段 36 により、環境照度に対する画面輝度が、50lx の環境照度で 20～300nit、1000lx の環境照度で 30～300nit、30000lx の環境照度で 400～4000nit の範囲をそれぞれ満足する二次関数で表わされる輝度となるように、環境照度に応じて制御するようにしている。

【0151】この照明光の輝度制御条件は、前記関係式（ $L = I \times R / 400 + B \times T / 200$ ）により求められる画面輝度  $L$ （nit）の値が、環境照度を  $I$ （lx）に対して、次の (1) 式

$$-2 \times 10^{-8} \times I^2 + 0.015 \times I + 20 < L < -3 \times 10^{-7} \times I^2 + 0.113 \times I + 150$$

なお、環境照度に応じたより好適な画面輝度は、上述したように、50lx の環境照度で 2～60nit、1000lx の環境照度で 60～200nit、30000lx の環境照度で 1000～3000nit であり、この照明光の輝度制御条件は、前記関係式（ $L = I \times R / 400 + B \times T / 100$ ）により求められる画面輝度  $L$ （nit）の値が、環境照度を  $I$ （lx）に対して、次の (2) 式

$$-9 \times 10^{-8} \times I^2 + 0.0453 \times I + 20 < L < -2 \times 10^{-7} \times I^2 + 0.0871 \times I + 50$$

を満足する条件である。

【0152】すなわち、この実施例では、前記光照射手段 20 からの照明光の輝度を、照明輝度制御手段 36 により、環境照度に対する画面輝度が、上記 (1) 式を満足するように、より好ましくは上記 (2) 式を満足するように、環境照度に応じて制御する。

【0153】図 7 は、前記環境照度（lx）とその環境照度に対して好適な画面輝度（nit）との関係を示しており、図において、 $a1$ 、 $a2$  は、上記 (1) 式により求められる画面輝度範囲の最大値と最小値を示している。

【0154】すなわち、 $a1$  は、

$$L = -3 \times 10^{-7} \times I^2 + 0.113 \times I + 150$$

としたときの画面輝度、 $a2$  は、

$$L = -2 \times 10^{-8} \times I^2 + 0.015 \times I + 20$$

としたときの画面輝度であり、好適な画面輝度は、 $a1$  と  $a2$  との間の範囲  $A$  の輝度である。

【0155】また、図7において、 $b_1$ 、 $b_2$ は、上記(2)式により求められる画面輝度範囲の最大値と最小値を示している。

【0156】すなわち、 $b_1$ は、  

$$L = -2 \times 10^{-7} \times I^2 + 0.0871 \times I + 50$$

としたときの画面輝度、 $b_2$ は、  

$$L = -9 \times 10^{-8} \times I^2 + 0.0453 \times I + 20$$

としたときの画面輝度であり、したがって、より好適な画面輝度は、 $b_1$ と $b_2$ との間の範囲Bの輝度である。

【0157】前記好適な画面輝度の範囲Aおよびより好適な画面輝度の範囲Bと図7に二点鎖線で示した通常の反射型液晶表示装置の画面輝度とを比較すると、通常の反射型液晶表示装置の画面輝度は、環境照度に応じて直線的に変化する。

【0158】そして、この反射型液晶表示装置は、環境照度に応じた好適な画面輝度（Aの範囲の画面輝度）が得られる環境照度の範囲が、約300～約5000lxの範囲、より好適な画面輝度（Bの範囲の画面輝度）が得られる環境照度の範囲が、約500～約2000lxの範囲であり、それを越える環境照度では、画面が明るくなりすぎ、例えば夏期の直射日光下のような10000lxを越える高照度の環境下では、画面が眩しすぎて表示が見えにくくなる。また、前記範囲より低い環境照度では画面が暗くなり、例えば夜間の屋外のような暗い環境下では、表示を視認できる程度の画面輝度が得られない。

【0159】このような反射型液晶表示装置に対し、この実施例の液晶表示装置は、前記光照射手段20による外光の反射光と、前記光照射手段20が射出する照明光とを利用して表示するものであり、外光が存在する環境、つまり外光の強度に応じた強度の反射光が得られる環境において前記光照射手段20から照明光を射出させると、前記外光の反射光と前記照明光とが重畳した輝度の光が液晶表示素子1にその背面から入射する。

【0160】そのため、この液晶表示装置は、暗い環境下でも好適な画面輝度が得られるし、また、液晶表示装置の反射率が、外光の反射光のみを利用する通常の反射型液晶表示装置に比べて低くてよい。また、夏期の直射日光下のような高照度の環境下でも、眩しすぎることはない好適な画面輝度が得られる。

【0161】さらに、この液晶表示装置は、環境照度がほとんど0lxであるとき、つまり外光がほとんど得られないときでも、前記光照射手段20が射出する照明光を利用して好適な画面輝度の表示を行なうことができる。

【0162】また、前記光照射手段20の外光の反射率（導光体21の複数の段面22a上の反射面24の反射率）は一定であるため、外光の反射光の輝度は環境照度に対応した輝度であるが、この液晶表示装置は、環境照度に応じて前記照明光の輝度を制御する照明輝度制御手段36を備え、画面輝度が環境照度に応じて予め定めら

れた輝度範囲（図7に示したAの輝度範囲、より好ましくはBの輝度範囲）となるように、前記光照射手段20の外光の反射率と、前記照明輝度制御手段36による前記照明光の輝度制御条件とを設定しているため、環境照度に応じて、その環境照度に対して好適な画面輝度を得ることができる。

【0163】しかも、前記照明光の輝度は、外光の反射光と前記照明光との両方による画面輝度が、環境照度に対して好適な輝度になる値であればよく、その条件で前記光照射手段から射出させる照明光の輝度を制御すればよい。また、前記光照射手段の消費電力は少なくてもよい。

【0164】したがって、この液晶表示装置は、消費電力が少なくすみ、しかも、低照度から高照度の広い照度範囲の環境において、その環境照度に対して好適な画面輝度を得ることができる。

【0165】この液晶表示装置において、前記光照射手段20は、環境照度に対する画面輝度が、上述したように、50lxの環境照度で20～200nitの画面輝度、1000lxの環境照度で30～300nitの画面輝度、3000lxの環境照度で400～4000nitの画面輝度の範囲をそれぞれ満足する二次関数で表わされる輝度となるように、環境照度に応じて照明光の輝度を制御されるのが望ましい。

【0166】言い換えれば、前記光照射手段20は、環境照度に対する画面輝度が、環境照度を  $I$  (lx)、画面輝度を  $L$  (nit) としたとき、上記(1)式

$$-2 \times 10^{-8} \times I^2 + 0.015 \times I + 20 < L < -3 \times 10^{-7} \times I^2 + 0.113 \times I + 150$$

を満足するように、環境照度に応じて照明光の輝度を制御されるのが望ましく、このような条件で照明光の輝度を制御することにより、低照度から高照度の広い照度範囲の環境において、その環境照度に対して好適な画面輝度を得ることができる。

【0167】さらに、前記光照射手段20は、環境照度に対する画面輝度が、50lxの環境照度で20～60nitの画面輝度、1000lxの環境照度で60～200nitの画面輝度、3000lxの環境照度で1000～3000nitの画面輝度の範囲をそれぞれ満足する二次関数で表わされる輝度となるように、環境照度に応じて照明光の輝度を制御されるのがより望ましい。

【0168】言い換えれば、前記光照射手段20は、環境照度に対する画面輝度が、環境照度を  $I$  (lx)、画面輝度を  $L$  (nit) としたとき、上記(2)式

$$-9 \times 10^{-8} \times I^2 + 0.0453 \times I + 20 < L < -2 \times 10^{-7} \times I^2 + 0.0871 \times I + 50$$

を満足するように、環境照度に応じて照明光の輝度を制御されるのがより望ましく、このような条件で照明光の輝度を制御することにより、低照度から高照度の広い照度範囲の環境において、その環境照度に対してより好適な画面輝度を得ることができる。



【0169】環境照度に応じて上記 (1) 式または (2) 式を満足する好適な画面輝度 (図7に示したAまたはBの範囲の画面輝度) を得るための照明光の輝度制御の一例を上げると、図8は、環境照度に対して好適な画面照度が得られる前記環境照度 (lx) と前記光照射手段20からの照明光のみによる画面輝度 (nit) との計算上の関係を示している。

【0170】なお、図8に示した環境照度と照明光のみによる画面輝度との関係は、上記 (1) 式を満足する好適な画面輝度を得るための照明光を使用する環境照度の範囲を0〜約12000lx、上記 (2) 式を満足するより好適な画面輝度を得るための照明光を使用する環境照度の範囲を0〜約6300lxとし、液晶表示装置の反射率を、光照射手段20からの照明光の出射を停止して外光の反射光のみによる表示を行なう高い環境照度 (約12000lxまたは約6300lxを越える照度) での画面輝度が、上記 (1) 式を満足する好適な画面輝度 (例えば110000lxの環境照度で約2200〜約12000nit) または上記 (2) 式を満足するより好適な画面輝度 (例えば110000lxの環境照度で約5300〜約9500nit) が得られるように設定した例である。

【0171】図8において、 $a1'$ 、 $a2'$  は、上記 (1) 式により求められる画面輝度範囲の最大値 (図7における $a1$ の輝度) と最小値 (図7における $a2$ の輝度) を得るための照明光のみによる画面輝度である。

【0172】すなわち、 $a1'$  は、環境照度 $I$  (lx) に対して画面輝度 $L$  (nit) が、

$$L = -3 \times 10^{-7} \times I^2 + 0.113 \times I + 150$$

になるようにするための照明光のみによる画面輝度、 $a2'$  は、環境照度 $I$  (lx) に対して画面輝度 $L$  (nit) が、

$$L = -2 \times 10^{-8} \times I^2 + 0.015 \times I + 20$$

になるようにするための照明光のみによる画面輝度である。

【0173】したがって、上記 (1) 式を満足する好適な画面輝度を得るための照明光のみによる画面輝度は、 $a1'$  と  $a2'$  との間の範囲の輝度である。なお、計算上は図8のように、環境照度が約300lxを越えると前記 $a2'$  の画面輝度が0nit 以下になるが、前記光照射手段20に照明光を出射させているときは、照明光のみによる画面輝度は0nit 以下にはならないため、上記 (1) 式を満足する好適な画面輝度を得るための照明光のみによる画面輝度の範囲は、約300lxを越える環境照度では、前記 $a1'$  の輝度以下で0nit より高い範囲である。

【0174】また、図8において、 $b1'$ 、 $b2'$  は、上記 (2) 式により求められる画面輝度範囲の最大値 (図7における $b1$ の輝度) と最小値 (図7における $b2$ の輝度) を得るための照明光のみによる画面輝度である。

【0175】すなわち、 $b1'$  は、環境照度 $I$  (lx) に

対して画面輝度 $L$  (nit) が、

$$L = -2 \times 10^{-7} \times I^2 + 0.0871 \times I + 50$$

になるようにするための照明光のみによる画面輝度、 $b2'$  は、環境照度 $I$  (lx) に対して画面輝度 $L$  (nit) が、

$$L = -9 \times 10^{-8} \times I^2 + 0.0453 \times I + 20$$

になるようにするための照明光のみによる画面輝度である。

【0176】したがって、上記 (2) 式を満足するより好適な画面輝度を得るための照明光のみによる画面輝度は、 $b1'$  と  $b2'$  との間の範囲の輝度である。なお、計算上は図8のように、環境照度が約800lxを越えると前記 $b2'$  の画面輝度が0nit 以下になるが、上述したように、光照射手段20に照明光を出射させているときは、照明光のみによる画面輝度は0nit 以下にはならないため、上記 (2) 式を満足する好適な画面輝度を得るための照明光のみによる画面輝度の範囲は、約800lxを越える環境照度では、前記 $b1'$  の輝度以下で0nit より高い範囲である。

【0177】したがって、前記照明輝度制御手段36は、少なくとも室内照度 (1000lx付近) よりも高い環境照度において、前記光照射手段20からの照明光の輝度を、照明光のみによる画面輝度が図8に示した範囲の輝度になるように制御するのが望ましく、このようにすることにより、少なくとも室内照度よりも高い照度の環境下において、その環境照度に対してより好適な画面輝度 (図7に示したAの範囲、より好ましくはBの範囲の画面輝度) を得ることができる。

【0178】この場合、室内照度以下の環境照度では、照明光の輝度を一定に保つようにしてもよく、その場合でも、照明光のみによる画面輝度が図8に示した範囲の輝度になるように前記照明光の輝度を設定すれば、室内照度以下の環境下においても、環境照度に対して好適な画面輝度を得ることができる。

【0179】さらに、前記照明輝度制御手段36は、環境照度が50lx以下からほぼ30000lxを越える範囲において、前記光照射手段20からの照明光の輝度を、照明光のみによる画面輝度が図6に示した範囲の輝度になるように制御するのがより望ましく、このようにすることにより、50lx以下からほぼ30000lxを越える広い照度範囲の環境下において、その環境照度に対してより好適な画面輝度を得ることができる。

【0180】また、前記照明輝度制御手段36は、環境照度が室内照度よりも低い照度範囲では、環境照度が低くなるのにもなって照明光の輝度が連続的に低くなるように前記光照射手段20を制御するのが望ましく、このようにすることにより、室内照度よりも低い照度範囲の環境下、つまり画面輝度が低くても充分表示を視認できる環境下では、その環境照度に対してより好適な低輝度の画面輝度を得るとともに、前記光照射手段20の消



費電力をさらに少なくすることができる。

【0181】また、前記照明輝度制御手段36は、環境照度が室内照度よりも高い照度範囲では、環境照度が室内照度より高い所定の照度以下であるときは環境照度が高くなるのにもなって照明光の輝度が連続的に高くなり、環境照度が前記所定の照度を越えたときは環境照度がさらに高くなるのにもなって照明光の輝度が連続的に低くなるように前記光照射手段20を制御するのが望ましい。

【0182】前記室内照度より高い所定の環境照度は、例えば上記(1)式を満足する好適な画面輝度を得る場合で約60000lxであり、その場合は、環境照度が約60000lxを越えたときに、環境照度がさらに高くなるのにもなって照明光のみによる画面輝度が連続的に低くなるように照明光の輝度を制御するのが望ましい。

【0183】また、上記(2)式を満足する好適な画面輝度を得る場合の室内照度より高い所定の環境照度は約30000lxであり、その場合は、環境照度が約30000lxを越えたときに、環境照度がさらに高くなるのにもなって照明光のみによる画面輝度が連続的に低くなるように照明光の輝度を制御するのが望ましい。

【0184】このようにすることにより、環境照度が室内照度よりも高い照度範囲では、環境照度が高くなるのにもなって照明光の輝度を連続的に高くして、環境照度に対して好適な画面輝度を得、環境照度が室内照度より高い所定の照度を越え、外光の反射光だけでも環境照度に対して好適な画面輝度を得られるようになったときは、環境照度がさらに高くなるのにもなって照明光の輝度を連続的に低くして、環境照度に対して好適な画面輝度を得るとともに、消費電力を節減することができる。

【0185】さらにまた、前記照明輝度制御手段36は、環境照度が室内照度よりも低い照度範囲では、上記のように環境照度が低くなるのにもなって照明光の輝度が連続的に低くなるように前記光照射手段20を制御し、環境照度が室内照度よりも高い照度範囲では、上記のように環境照度が室内照度より高い所定の照度以下であるときは環境照度が高くなるのにもなって照明光の輝度が連続的に高くなり、環境照度が前記所定の照度を越えたときは環境照度がさらに高くなるのにもなって照明光の輝度が連続的に低くなるように前記光照射手段20を制御するのがより望ましい。

【0186】このようにすることにより、室内照度よりも低い照度範囲の環境下、つまり画面輝度が低くても充分表示を視認できる環境下では、その環境照度に対してより好適な低輝度の画面輝度を得るとともに、前記光照射手段の消費電力をさらに少なくすることができ、また、環境照度が室内照度よりも高い照度範囲では、環境照度が高くなるのにもなって照明光の輝度を連続的に高くして、環境照度に対して好適な画面輝度を得、環境

照度が室内照度より高い所定の照度を越え、外光の反射光だけでも環境照度に対して好適な画面輝度を得られるようになったときは、環境照度がさらに高くなるのにもなって照明光の輝度を連続的に低くして、環境照度に対して好適な画面輝度を得るとともに、消費電力を節減することができる。

【0187】すなわち、この液晶表示装置においては、前記光照射手段20から照明光を出射させる環境輝度の範囲を0lxからほぼ30000lxを越える範囲に設定し、液晶表示装置の反射率を、光照射手段20からの照明光の出射を停止して外光の反射光のみによる表示を行なう高い環境照度での画面輝度が、上記(1)式、より好ましくは上記(2)式を満足する画面輝度を得られるように設定するとともに、環境照度が室内照度よりも低い照度範囲では、環境照度が低くなるのにもなって照明光の輝度が連続的に低くなるように前記光照射手段20を制御し、環境照度が室内照度よりも高い照度範囲では、環境照度が室内照度より高い所定の照度以下であるときは環境照度が高くなるのにもなって照明光の輝度が連続的に高くなり、環境照度が前記所定の照度を越えたときは環境照度がさらに高くなるのにもなって照明光の輝度が連続的に低くなるように前記光照射手段20を制御するのが最も好ましい。

【0188】このようにすることにより、0lxから外光の反射光のみによる表示を行なう高い環境照度までの広い照度範囲の環境下において好適な画面輝度を得るとともに、消費電力を低く抑えることができる。

【0189】また、上記実施例では、前記照明輝度制御手段36を、環境照度を測定する照度検出器37と、この照度検出器37により測定された環境照度に基づいて前記光照射手段が出射する照明光の輝度を制御する手段(光源輝度調整回路38および光源点灯回路39)とにより構成しているため、実際の環境照度に応じて前記照明光の輝度を制御し、その環境照度に対して好適な画面輝度を得ることができる。

【0190】さらに、上記実施例では、液晶表示素子1の背後に配置する光照射手段20を、光源26と、前記光源26からの照明光を導いて液晶表示素子1に向けて出射する出射面(導光体21の階段形状面22の複数の段差面22b)と前記液晶表示素子1の前方から入射する外光を前記液晶表示素子1に向けて反射させるための前記出射面とは異なる反射面(導光体21の階段形状面22の複数の段差面22b上に形成した反射膜23の表面)24とが形成された導光体21とを備えた構成としているため、前記出射面(段差面22b)からの照明光の出射率と、前記反射面24での外光の反射率とを、それぞれ独自に選ぶことが可能である。

【0191】したがって、前記出射面(段差面22b)からの照明光の出射率を高くして前記光源26からの照明光の利用効率を上げ、その分だけ前記光源26の発光

輝度を低くして、より消費電力を低減するとともに、前記反射面24での外光の反射率を、液晶表示装置の反射率が所望の値になるように設定することができる。

【0192】しかも、上記実施例で用いた光照射手段20は、前記導光体21の1つの端面が光源26からの照明光を取り込む入射端面21aとされ、この導光体21の前面が、前記入射端面21a側から他端側に向かって段階的に低くなる複数の段面22aと、これらの段面22aをつなぐ複数の段差面22bとからなる階段形状面22となっており、前記複数の段面22a上に反射膜23が設けられて外光の反射面24が形成され、前記複数の段差面22bが前記入射端面21aから入射した照明光の出射面とされているとともに、前記導光体21の前面側に、液晶表示液晶表示素子1の前方から入射する外光および前記導光体21の複数の段面22a上の反射面24により反射された外光の反射光を透過させ、前記導光体21の複数の段差面22bから出射する照明光を前記液晶表示素子1に向けて出射する光学部材30が配置されている構成のものである。

【0193】この光照射手段30によれば、前記導光体21にその入射端面21aから取り込まれた照明光が、この導光体21の階段形状面22の複数の段差面22bから出射し、その光が前記光学部材30により向きを変えられて液晶表示素子1に向かって出射するため、前記光源26からの照明光を前記液晶表示素子1のほぼ全体に入射させることができる。

【0194】しかも、この光照射手段20によれば、前記導光体21の階段形状面22の複数の段面22a上がそれぞれ外光の反射面24となっており、前記液晶表示素子1の前方から入射した外光が、前記光学部材30を透過して前記導光体21の複数の段面22a上の反射面24で反射され、その反射光が前記光学部材30を再び透過して液晶表示素子1に向かって出射するため、液晶表示素子1の前方から入射する外光のほとんどを無駄なく反射させて、前記液晶表示素子1のほぼ全体に入射させることができる。

【0195】また、前記光学部材30は、光を液晶表示素子1に向けて出射する前面と、前記導光体21の前面に対向する背面とを有する透明板からなっており、その背面に、前記導光体21の複数の段差面22bから出射する光を取り込む入射面31aと、前記入射面31aから取り込んだ光を前面方向に向けて屈折させる屈折面31bとを有する突起状の入射部31が形成されているものであり、したがって、前記導光体21の複数の段差面22bから出射する光のほとんどを無駄なく前記光学部材30に取り込んでその前面から液晶表示素子1に向けて出射することができる。

【0196】すなわち、前記光照射手段20は、原理的には、光源26からの光をほぼ100%出射するとともに、前方から入射した外光もほぼ100%反射させて出

射できるものである。

【0197】さらに、前記光学部材30を上記のような構成とすれば、前記導光体21の複数の段差面22bから出射し、前記光学部材30の複数の入射部31に前記入射面31aから入射した光を、前記屈折面31bにより屈折させて所定方向に集光し、この光学部材30の前面から、所定方向（例えば正面方向）の輝度が高い輝度分布の照明光を出射することができるとともに、前記導光体21の複数の段面22a上の反射面24で反射された外光も、所定方向（例えば正面方向）の輝度が高い輝度分布の光として前記光学部材30の前面から出射することができる。

【0198】さらにまた、上記実施例では、前記光学部材30を、その背面に前記複数の入射部31を間隔を存して設け、これらの入射部31の間の背面領域を、前記導光体21の複数の段面22a上の反射面24に対応する入射面32とした構成としているため、液晶表示素子1の前方から入射し、前記光学部材30にその前面から入射した外光を、前記入射部31およびその間の前記入射面32から光学部材30の背面に出射するとともに、前記導光体21の複数の段面22a上の反射面24により反射された前記外光の反射光を、前記入射部31および入射面32から光学部材30に取り込んで、この光学部材30の前面から液晶表示素子1に向けて出射することができるとともに、その反射光を、より所定方向（例えば正面方向）の輝度が高い輝度分布の光とすることができる。

【0199】また、上記実施例では、前記光照射手段20を構成する前記導光体21の背面に、この導光体21の入射端面21aから入射した照明光の導光体幅方向における輝度分布を平均化させるための光拡散面25を形成しているため、この導光体21にその入射端面21aから取り込まれて導光体前面の複数の段差面22bから出射する照明光の輝度分布を、導光体21の幅方向においてほぼ均一にすることができる。

【0200】さらに、上記実施例の液晶表示装置では、前記光照射手段20と液晶表示素子1の間に光拡散膜33を設けているため、光照射手段20からの照明光および外光の反射光を前記光拡散膜33により拡散させてほぼ均一な輝度分布の光として液晶表示素子1にその背面から入射させ、画面輝度を画面全体にわたって均一にするとともに、液晶表示素子1の前方に出射する光の出射角範囲を広くして、広い視野角を得ることができる。

【0201】また、上記実施例においては、前記光照射手段20と液晶表示素子1の間に、互いにほぼ直交する方向に反射軸34sと透過軸34pとをもち、前記反射軸34sに沿った偏光成分の入射光を反射し、前記透過軸34pに沿った偏光成分の入射光を透過させる特性を有する光学シート34を設けている。

【0202】そのため、前記光照射手段20からの照明

光のうち、前記光学シート34の透過軸34pに沿った偏光成分の光が、前記光学シート34を透過して液晶表示素子1に入射するとともに、前記光照射手段20からの照明光のうち、前記光学シート34の反射軸34sに沿った偏光成分の光が、前記光学シート34での反射と前記光照射手段20での反射の繰り返しにより偏光方向を変え、前記光学シート34の透過軸34pに沿った偏光成分の光となって前記光学シート34を透過して液晶表示素子1に入射するため、前記光照射手段20からの照明光のほとんどを無駄なく液晶表示素子に入射させることができ、したがって、光照射手段20からの照明光の利用効率を高くし、その分だけ前記光源26の発光輝度を低くして、さらに消費電力を低減することができる。

【0203】しかも、上記実施例では、前記光学シート34を、その透過軸34pを液晶表示素子1の背面側偏光板13の透過軸とほぼ平行にして配置しているため、前記液晶表示素子1の前方から入射し、前記光照射手段20により反射されて前記液晶表示素子にその背面から入射する光のほとんどを、前記光学シート34で反射させることなく透過させることができる。

【0204】さらに、上記液晶表示装置は、前記液晶表示素子1のリタレーション（この実施例では液晶セル2のリタレーション、つまり $\Delta n d$ ）が400～600nmの範囲であるため、外光の反射光による表示において、表示の観察方向により、前記液晶表示素子1の透過率を低く制御された暗領域と、透過率を高く制御された明領域との境界に現れる前記暗領域の影と、前記明領域とのコントラスト（以下、影コントラスト）を低くし、表示画像とその影とが2重に表示されことをなくして、視野角を充分広げることができる。

【0205】すなわち、上記液晶表示装置に画面の法線に対して画面の上縁側に30°傾いた入射角で外光を入射させ、その反射光（出射光）を前記法線に対して画面の下縁側（視角方向側）に20°傾いた方向から観察したときの前記液晶表示素子1のリタレーションと影コントラストとの関係は、実測値によると、

リタレーション300nmのとき、影コントラスト5.

9

リタレーション400nmのとき、影コントラスト4.

9

リタレーション500nmのとき、影コントラスト3.

8

リタレーション600nmのとき、影コントラスト2.

9

となる。

【0206】この関係から分かるように、前記液晶表示素子1のリタレーションが300nmのときは、影コントラストが5.9と大きく、前記液晶表示素子1のリタレーションが400nm以上であれば、例えばリタデー

ションが400nmのときで影コントラストが4.9、リタレーションが500nmのときでコントラストが3.8、リタレーションが600nmのときで影コントラストが2.9となる。

【0207】また、前記液晶表示素子1は、そのリタレーションが400nm未満の範囲では白表示の明るさが不足し、そのリタレーションが600nmを超えると階調表示が劣化するので、リタレーションが400nm～600nmの範囲内であれば、充分に広い視野角が得られる。

【0208】なお、この実施例の液晶表示装置では、液晶表示素子1と光照射手段20との間に光拡散膜33を配置しているため、この光拡散膜33による拡散作用と、前記液晶表示素子1の広視野角特性との両方の相乗効果により、より広い視野角を得ることができる。

【0209】したがって、上記液晶表示装置は、消費電力が少なくすみ、しかも、低照度から高照度の広い照度範囲の環境において、その環境照度に対して好適な画面輝度を得ることができるとともに、視野角を充分広げることができる。なお、上記実施例では、前記光照射手段20の前面（光学部材30の前面）に前記光拡散膜33を設け、その前面に光学シート34を設けているが、前記光拡散膜33と光学シート34は、上記実施例と逆に積層して設けてもよい。

【0210】また、前記光拡散膜33は、光散乱微粒子を分散させた透明な粘着剤の塗布膜に限らず、光拡散板または、板面に垂直で特定の方向に沿った面に対して所定角度以上傾いた角度範囲の入射角で入射した光に対して散乱性を示し、前記所定角度より小さい角度範囲の入射角で入射した光に対してはほとんど散乱性を示さない選択散乱特性を有する散乱板を用いてもよい。ただし、前記光拡散膜33は必ずしも必要ではなく、また前記光学シート34も、これを省略してもよい。

【0211】さらに、前記光出射手段20を構成する前記光学部材30の複数の入射部31の屈折面31bは、図1および図4に示したような一定の傾き角をもった直線面でもよいが、前記屈折面31bを、曲面状の集光屈折面とすれば、前記入射部31の入射面31aから取り込まれて前記屈折面31bにより前面方向に向けて屈折される光が、曲面状の集光屈折面である前記屈折面31bの集光作用により所定の方向に集光するため、より強い指向性を持った輝度分布の照明光および反射光を出射することができる。

【0212】また、上記実施例では、光照射手段20を構成する導光体21の背面に、この導光体21の入射端面21aから入射した照明光の導光体幅方向における輝度分布を平均化させるための光拡散面25を形成しているが、前記導光体21の背面は平坦面であってもよく、また、導光体21その入射端面21aから入射した照明光のうちの導光体21の背面に向かう光のほとんどを、

前記導光体 21 の背面と外気（空気）との界面で全反射させることができるときは、上記実施例において導光体 21 の背後に配置した反射板 29 を省略してもよい。

【0213】さらに、上記実施例では、前記導光体 21 の階段形状面 22 の複数の段面 22 a 上に反射膜 23 を設けて外光の反射面 24 を形成しているが、前記導光体 21 の背面に反射膜を設けて外光の反射面を形成し、前方から入射する外光を前記階段形状面 22 の複数の段面 22 を透過させて導光板背面の前記反射面により反射するようにしてもよい。

【0214】また、前記導光体 21 は、その複数の端面をそれぞれ光源 26 からの照明光を取り込む入射端面としたものでもよく、例えば導光体 21 の互いに反対側の 2 つの端面をそれぞれ入射端面とする場合は、この導光体 21 の前面を、両方の入射端面から導光体 21 の中間部に向かって段階的に低くなる階段形状面とし、前記両方の入射端面にそれぞれ対向させて光源 26 を配置すればよい。

【0215】なお、前記光源 26 は、蛍光ランプ 27 を用いるものに限らず、例えば複数の LED（発光ダイオード）を整列させた LED アレイや、EL（エレクトロルミネセンス）パネル等であってもよい。

【0216】また、上記実施例で用いた光照射手段 20 は、光源 26 と、前記光源 26 からの照明光を導いて液晶表示素子 1 に向けて出射する出射面（階段形状面 22 の複数の段差面 22 b）と液晶表示素子 1 の前方から入射する外光を前記液晶表示素子 1 に向けて反射させるための前記出射面とは異なる反射面 24 とが形成された導光体 21 とを備えた構成のものであるが、前記光照射手段 20 は、照明光を液晶表示素子 1 に照射する手段と、前記液晶表示素子 1 の前方から入射する外光を反射してその反射光を前記液晶表示素子 1 に照射する反射手段とからなるものであれば、どのような構成のものでもよい。

【0217】さらに、上記実施例で用いた液晶表示素子 1 は、液晶セル 2 と、一对の偏光板 12、13 とからなるものであるが、液晶表示素子は、透過光の帯色を補償するための位相差板を備えたものでもよい。

【0218】すなわち、液晶分子がツイスト配向した液晶層を有する液晶セルと一对の偏光板とからなる液晶表示素子は、一方の偏光板を透過して液晶セルに入射した直線偏光が、液晶層を透過する過程で、液晶の複屈折性により各波長光がそれぞれ偏光状態の異なる楕円偏光となった光となり、これらの各波長光のうちの他方の偏光板の透過軸に沿った偏光成分の光が前記他方の偏光板を透過するため、前記他方の偏光板を透過した光が、その光を構成する各波長光の強度の差に応じた色に帯色する。

【0219】位相差板を備えた液晶表示素子は、上記透過光の帯色を、位相差板の複屈折効果により打ち消すよ

うにしたものである。

【0220】図 9 は、位相差板を備えた液晶表示素子の一部分の拡大断面図であり、この液晶表示素子 1' は、液晶セル 2 と、この液晶セル 2 を挟んで配置された一对の偏光板 12、13 と、前記液晶セル 2 と前記一对の偏光板 12、13 のいずれか一方、例えば背面側偏光板 13 との間に配置された位相差板 14 とからなっている。なお、前記液晶セル 2 は、上述した実施例のものと同一ものであるから、その構成の説明は、図に同符号を付して省略する。

【0221】図 10 は、前記液晶セル 2 の両基板 3、4 の近傍における液晶分子の配向方向 3 a、4 a と、前記一对の偏光板 12、13 の吸収軸 12 a、13 a の向きと、前記位相差板 14 の遅相軸 14 a の向き（前記位相差板 14 の平面での屈折率大の方向）とを示している。

【0222】この図 10 のように、前記液晶セル 2 の前面側基板 3 の近傍における液晶分子配向方向 3 a は、液晶表示素子 1 の画面の横軸 x に対して前面側から見て左回りにほぼ  $135^\circ$  ずれた方向、背面側基板 4 の近傍における液晶分子配向方向 4 a が、前記横軸 x に対して前面側から見て左回りにほぼ  $45^\circ$  ずれた方向にあり、したがって、この液晶セル 2 の液晶層 11 の液晶分子の初期配向状態（電極 6、7 間に OFF 電圧を印加したときの配向状態）は、そのツイスト方向を図に破線矢印で示したように、後面側基板 4 から前面側基板 3 に向かい、前面側から見て左回りにほぼ  $90^\circ$  のツイスト角  $\phi$  でツイスト配向した状態である。

【0223】また、前面側の偏光板 12 は、その吸収軸 12 a を前記横軸 x に対して前面側から見て左回りにほぼ  $135^\circ$  ずれた方向（液晶セル 2 の前面側基板 12 の近傍における液晶分子配向方向 12 a とほぼ平行な方向）に向けて配置され、背面側の偏光板 13 は、その吸収軸 13 a を前記横軸 x に対して前面側から見て左回りにほぼ  $45^\circ$  ずれた方向（液晶セル 2 の背面側基板 13 の近傍における液晶分子配向方向 13 a とほぼ平行な方向）に向けて配置されており、したがって、前面側偏光板 12 の吸収軸 12 a と、背面側偏光板 13 の吸収軸 13 a とは互いにほぼ直交している。

【0224】なお、前記液晶セル 2 の液晶分子のツイスト角  $\phi$  は、 $90^\circ \pm 10^\circ$  の範囲であればよく、前記一对の偏光板 12、13 の吸収軸 12 a、13 a の交差角も、 $90^\circ \pm 10^\circ$  の範囲であればよい。

【0225】すなわち、この液晶表示素子 1' はノーマリーホワイトモードのものであり、その視角方向 F は、図 10 に矢印で示したように、画面の法線 h に対し、画面の縦軸 y に沿って画面の下縁方向に若干傾いた方向にある。

【0226】また、前記位相差板 14 は、その遅相軸 14 a を前記横軸 x とほぼ平行にして配置されており、したがって、この位相差板 14 の遅相軸 14 a は、前記液

晶セル2の背面側基板13の近傍における液晶分子配向方向13aおよび背面側偏光板13の吸収軸13aのそれぞれに対してほぼ45°斜めにずれている。

【0227】この液晶表示素子1'は、位相差板14を備えているため、前記液晶セル2のリタレーション( $\Delta n d$ )と、前記位相差板14のリタレーション( $R e$ )とのトータルのリタレーションを有しており、そのリタレーション( $\Delta n d + R e$ )は、次の式により、液晶分子のツイスト角 $\phi$ の二次関数として表せる。

【0228】 $\Delta n d + R e = 0.02593 \times \phi^2 + k$   
( $\phi$ :液晶分子のツイスト角、 $k$ :液晶物質によって決まる定数)

そして、この例では、前記定数 $k$ が $k = 190 \sim 390$ となる液晶物質を使用することにより、前記液晶セル2と位相差板14のトータルのリタレーションを、400～600nmの範囲に設定している。

【0229】この位相差板14を備えた液晶表示素子1'を用いる場合も、そのリタレーション(液晶セル2と位相差板14のトータルのリタレーション)が400～600nmの範囲であれば、外光の反射光による表示において、表示の観察方向により表示画像とその影とが2重に観察されることをなくして、視野角を充分広げることができる。

【0230】例えば、前記液晶セル2のリタレーション( $\Delta n d$ )を $\Delta n d = 330 \text{ nm}$ 、前記位相差板14のリタレーション( $R e$ )を $R e = 50 \text{ nm}$ とした場合、つまり前記トータルのリタレーション $\Delta n d + R e$ が335nmのときの影コントラストは、5.2である。

【0231】なお、図2および図9に示した液晶表示素子1、1'は、アクティブマトリクス方式のものであるが、これらの前記液晶表示素子1、1'は、単純マトリクス方式でもよく、また、カラーフィルタ8R、8G、8Bを備えない白黒表示素子でもよい。

【0232】さらに、上記液晶表示素子1、1'一对の偏光板12、13をその吸収軸12a、13aを互いにほぼ直交させて配置したノーマリーホワイトモードのものであるが、前記液晶表示素子1、1'は、一对の偏光板12、13をその吸収軸12a、13aを互いにほぼ平行にして配置したノーマリーブラックモードのもでもよく、また、前記液晶セル2の液晶分子のツイスト角 $\phi$ は、例えばSTN(スーパーツイステッドネマティック)型の液晶表示素子のように、180～270°としてもよい。

【0233】

【発明の効果】この発明の液晶表示装置は、液晶表示素子の背後に、照明光を前記液晶表示素子に向けて出射するとともに前記液晶表示素子の前方から入射する外光を前記液晶表示素子に向けて反射する光照射手段を配置するとともに、外部環境の照度に応じて前記照明光の輝度を制御する照明輝度制御手段を備え、前記液晶表示素子

の画面の輝度が、環境照度に応じて予め定められた輝度範囲となるように、前記光照射手段の外光の反射率と、前記照明輝度制御手段による前記照明光の輝度制御条件とを設定しているため、消費電力が少なくすみ、しかも、低照度から高照度の広い照度範囲の環境において、その環境照度に対して好適な画面輝度を得ることができ、さらに、前記液晶表示素子のリタレーションを400～600nmの範囲にしているため、外光の反射光による表示において、表示の観察方向により、前記液晶表示素子の透過率を低く制御された暗領域と、透過率を高く制御された明領域との境界に現れる前記暗領域の影と、前記明領域とのコントラストを低くし、表示画像とその影とが2重に表示されことをなくして、視野角を充分広げることができる。

【0234】この発明の液晶表示装置において、前記液晶表示素子を、内面に電極を有する一对の基板間に液晶分子がツイスト配向した液晶層を設けた液晶セルと、この液晶セルを挟んで配置された一对の偏光板とにより構成する場合は、前記液晶セルのリタレーションを400～600nmの範囲に設定すればよい。

【0235】さらに、前記液晶表示素子は、前記液晶セルと、前記一对の偏光板と、前記液晶セルと前記一对の偏光板のいずれか一方との間に配置された位相差板とにより構成してもよく、その場合は、前記液晶セルと前記位相差板とのトータルのリタレーションを400～600nmの範囲に設定すればよい。

【0236】また、この発明の液晶表示装置において、前記光照射手段は、環境照度に対する画面輝度が、50ルクスの環境照度で20～200ニットの画面輝度、1000ルクスの環境照度で30～300ニットの画面輝度、3000ルクスの環境照度で400～4000ニットの画面輝度の範囲をそれぞれ満足する二次関数で表わされる輝度となるように、環境照度に応じて照明光の輝度を制御されるのが望ましく、このような条件で照明光の輝度を制御することにより、低照度から高照度の広い照度範囲の環境において、その環境照度に対して好適な画面輝度を得ることができる。

【0237】さらに、前記光照射手段は、環境照度に対する画面輝度が、50ルクスの環境照度で20～60ニットの画面輝度、1000ルクスの環境照度で60～2000ニットの画面輝度、3000ルクスの環境照度で1000～3000ニットの画面輝度の範囲をそれぞれ満足する二次関数で表わされる輝度となるように、環境照度に応じて照明光の輝度を制御されるのがより望ましく、このような条件で照明光の輝度を制御することにより、低照度から高照度の広い照度範囲の環境において、その環境照度に対してより好適な画面輝度を得ることができる。

【0238】また、前記照明輝度制御手段は、少なくとも室内照度よりも高い環境照度において、前記光照射手

段からの照明光の輝度を制御するのが望ましく、このようにすることにより、少なくとも室内照度よりも高い照度の環境下において、その環境照度に対してより好適な画面輝度を得ることができる。

【0239】また、前記照明輝度制御手段は、環境照度が室内照度よりも低い照度範囲では、環境照度が低くなるのにもなって照明光の輝度が連続的に低くなるように前記光照射手段を制御するのが望ましく、このようにすることにより、室内照度よりも低い照度範囲の環境下、つまり画面輝度が低くても充分表示を視認できる環境下では、その環境照度に対してより好適な低輝度の画面輝度を得るとともに、前記光照射手段の消費電力をさらに少なくすることができる。

【0240】また、前記照明輝度制御手段は、環境照度が室内照度よりも高い照度範囲では、環境照度が室内照度より高い所定の照度以下であるときは環境照度が高くなるのにもなって照明光の輝度が連続的に高くなり、環境照度が前記所定の照度を越えたときは環境照度がさらに高くなるのにもなって照明光の輝度が連続的に低くなるように前記光照射手段を制御するのが望ましい。

【0241】このようにすることにより、環境照度が室内照度よりも高い照度範囲では、環境照度が高くなるのにもなって照明光の輝度を連続的に高くして、環境照度に対して好適な画面輝度を得、環境照度が室内照度より高い所定の照度を越え、外光の反射光だけでも環境照度に対して好適な画面輝度が得られるようになったときは、環境照度がさらに高くなるのにもなって照明光の輝度を連続的に低くして、環境照度に対して好適な画面輝度を得るとともに、消費電力を節減することができる。

【0242】さらにまた、前記照明輝度制御手段は、環境照度が室内照度よりも低い照度範囲では、環境照度が低くなるのにもなって照明光の輝度が連続的に低くなるように前記光照射手段を制御し、環境照度が室内照度よりも高い照度範囲では、環境照度が室内照度より高い所定の照度以下であるときは環境照度が高くなるのにもなって照明光の輝度が連続的に高くなり、環境照度が前記所定の照度を越えたときは環境照度がさらに高くなるのにもなって照明光の輝度が連続的に低くなるように前記光照射手段を制御するのがより望ましい。

【0243】このようにすることにより、室内照度よりも低い照度範囲の環境下、つまり画面輝度が低くても充分表示を視認できる環境下では、その環境照度に対してより好適な低輝度の画面輝度を得るとともに、前記光照射手段の消費電力をさらに少なくすることができ、また、環境照度が室内照度よりも高い照度範囲では、環境照度が高くなるのにもなって照明光の輝度を連続的に高くして、環境照度に対して好適な画面輝度を得、環境照度が室内照度より高い所定の照度を越え、外光の反射光だけでも環境照度に対して好適な画面輝度が得られる

ようになったときは、環境照度がさらに高くなるのにもなって照明光の輝度を連続的に低くして、環境照度に対して好適な画面輝度を得るとともに、消費電力を節減することができる。

【0244】また、前記照明輝度制御手段は、環境照度を測定する照度検出器と、測定された環境照度に基づいて前記光照射手段が射出する照明光の輝度を制御する手段とにより構成するのが望ましく、このようにすることにより、実際の環境照度に応じて照明光の輝度を制御し、その環境照度に対して好適な画面輝度を得ることができる。

【0245】さらに、前記光照射手段は、照明光を前記液晶表示素子に照射する手段と、前記液晶表示素子の前方から入射する外光を反射してその反射光を前記液晶表示素子に照射する反射手段とからなるものであれば、どのような構成のものでもよいが、好ましい光照射手段は、光源と、前記光源からの照明光を導いて前記液晶表示素子に向けて射出する射出面と前記液晶表示素子の前方から入射する外光を前記液晶表示素子に向けて反射させるための前記射出面とは異なる反射面とが形成された導光体とを備えた構成のものである。

【0246】この光照射手段は、照明光の射出面と外光の反射面とが異なる面であるため、前記射出面からの照明光の射出率と、前記反射面での外光の反射率とを、それぞれ独自に選ぶことが可能であり、したがって、前記射出面からの照明光の射出率を高くして前記光源からの照明光の利用効率を上げ、その分だけ前記光源の発光輝度を低くして、より消費電力を低減するとともに、前記反射面での外光の反射率を、液晶表示装置の反射率が所望の値になるように設定することができる。

【0247】このような、照明光の射出面と外光の反射面とが異なる面である光照射手段としては、前記導光体の少なくとも1つの端面が前記光源からの照明光を取り込む入射端面とされ、この導光体の前面が、前記入射端面側から他端側に向かって段階的に低くなる複数の段面と、これらの段面をつなぐ複数の段差面とからなる階段形状面となっており、前記複数の段面上と前記導光体の背面とのいずれかに反射膜が設けられて前記外光の反射面が形成され、前記複数の段差面が前記入射端面から入射した照明光の射出面とされているとともに、前記導光体の前面側に、前記液晶表示素子の前方から入射する外光および前記反射面により反射された前記外光の反射光を透過させ、前記導光体の複数の段差面から射出する照明光を前記液晶表示素子に向けて射出する光学部材が配置されている構成のものが望ましい。

【0248】この光照射手段によれば、前記導光体とその入射端面から取り込まれた照明光が、この導光体の階段形状面の複数の段差面から射出し、その光が前記光学部材により向きを変えられて液晶表示素子に向かって射出するため、前記光源からの照明光を前記液晶表示素子

のほぼ全体に入射させることができる。

【0249】また、この光照射手段によれば、前記液晶表示素子の前方から入射した外光が、前記光学部材を透過して前記導光体の複数の段面上または導光体背面に形成された反射面で反射され、その反射光が前記光学部材を再び透過して前記液晶表示素子に向かって出射するため、液晶表示素子の前方から入射する外光のほとんどを無駄なく反射させて、前記液晶表示素子のほぼ全体に入射させることができる。

【0250】この光照射手段において、前記光学部材は、光を前記液晶表示素子に向けて出射する前面と、前記導光体の前面に対向する背面とを有する透明板からなり、その背面に、前記導光体の複数の段差面から出射する光を取り込む入射面と、前記入射面から取り込んだ光を前面方向に向けて屈折させる屈折面とを有する突起状の入射部が形成されているものが好ましい。

【0251】前記光学部材をこのような構成とすることにより、前記導光体の複数の段差面から出射する光のほとんどを、無駄なく前記光学部材に取り込んで、その前面から液晶表示素子に向けて出射することができる。

【0252】しかも、前記光学部材をこのような構成とすることにより、前記導光体の複数の段差面から出射し、前記光学部材の複数の入射部に前記入射面から入射した光を、前記屈折面により屈折させて所定方向に集光し、この光学部材の前面から、所定方向（例えば正面方向）の輝度が高い輝度分布の照明光を出射することができるとともに、前記導光体21の複数の段面上の反射面で反射された外光も、所定方向（例えば正面方向）の輝度が高い輝度分布の光として前記光学部材の前面から出射することができる。

【0253】さらに、前記光学部材は、前記複数の入射部を間隔を存して設け、隣接する前記入射部の間の背面領域を、前記液晶表示素子の前方から入射する外光および前記導光体の前記反射面により反射された前記外光の反射光を透過させる入射面とした構成とするのがより望ましい。

【0254】このような構成の光学部材によれば、前記液晶表示素子の前方から入射し、前記光学部材にその前面から入射した外光を、前記入射部およびその間の前記入射面から光学部材の背面に出射するとともに、前記導光体の複数の段面上の反射面により反射された前記外光の反射光を、前記入射部および入射面から光学部材に取り込んで、この光学部材の前面から液晶表示素子に向けて出射することができるとともに、その反射光を、より所定方向（例えば正面方向）の輝度が高い輝度分布

の光とすることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例を示す液晶表示装置の側面図。

【図2】前記液晶表示装置に用いる液晶表示素子の一部分の拡大側面図。

【図3】前記液晶表示素子を構成する液晶セルの両基板の近傍における液晶分子の配向方向と、一对の偏光板の吸収軸の向きを示す図。

【図4】前記液晶表示装置の光照射手段を構成する導光体および光学部材の一部分の拡大側面図。

【図5】前記導光体の一部分の拡大斜視図。

【図6】前記光照射手段と液晶表示素子との間に配置された光学シートの斜視図。

【図7】環境照度とその環境照度に対して好適な画面輝度Lとの関係を示す図。

【図8】環境照度に対して好適な画面照度が得られる前記環境照度と照明光のみによる画面輝度との関係を示す図。

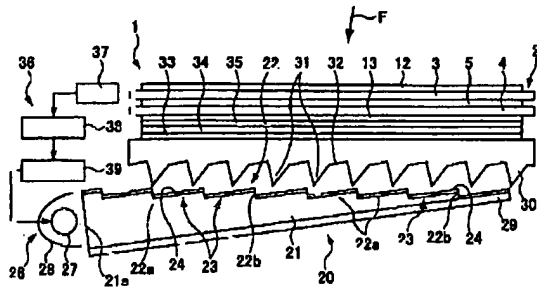
【図9】前記液晶表示装置に用いる他の液晶表示素子の一部分の拡大側面図。

【図10】前記液晶表示素子を構成する液晶セルの両基板の近傍における液晶分子の配向方向と、一对の偏光板の吸収軸の向きと、位相差板の遅相軸の向きを示す図。

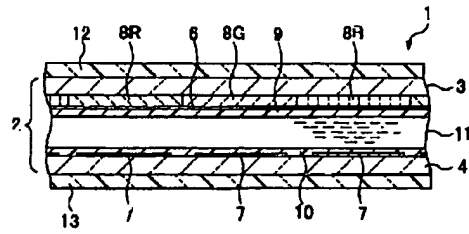
#### 【符号の説明】

- 1, 1' …液晶表示素子
- 2…液晶セル
- 12, 13…偏光板
- 14…位相差板
- 20…光照射手段
- 21…導光体
- 21a…入射端面
- 22…階段形状面
- 22a…段面
- 22b…段差面（出射面）
- 23…反射膜
- 24…反射面
- 25…光拡散面
- 26…光源
- 29…反射板
- 30…光学部材
- 31…入射部
- 31a…入射面
- 31b…屈折面
- 32…入射面

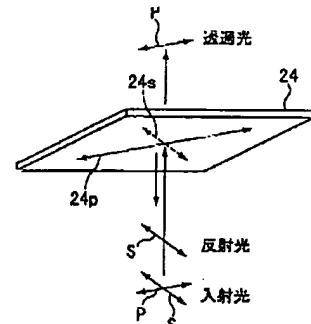
【図1】



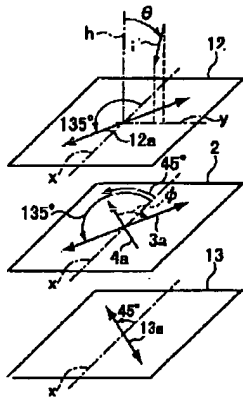
【図2】



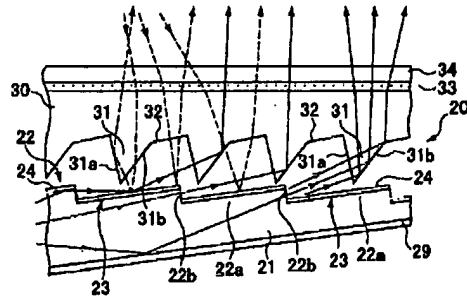
【図6】



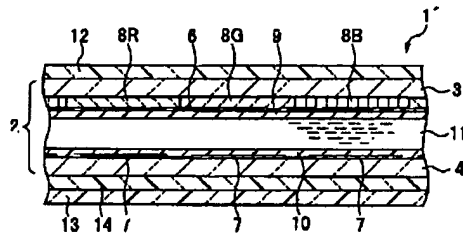
【図3】



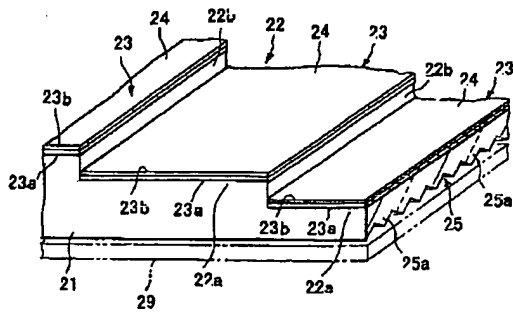
【図4】



【図9】

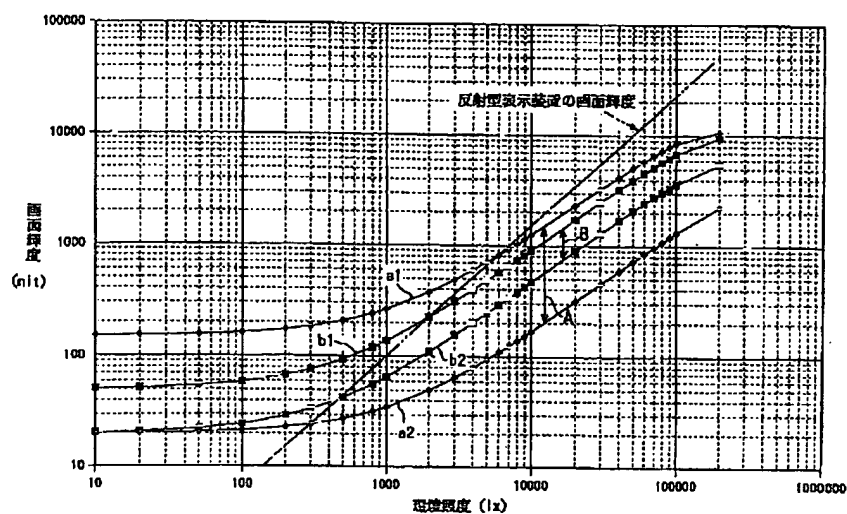


【図5】

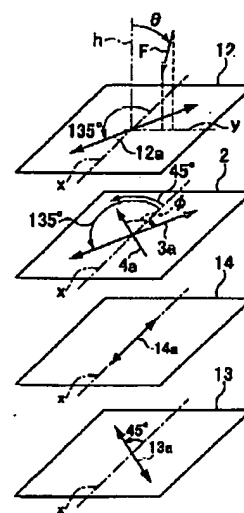




【図7】



【図10】



【図8】

